

## Electroluminescent system for use in illumination and display devices, e.g. light-emitting diodes

Patent Number: DE19812258

Publication date: 1999-09-23

Inventor(s): HEUER HELMUT WERNER (DE); WEHRMANN ROLF (DE); JONAS FRIEDRICH (DE); MAYER ANDREA (DE); ELSCHNER ANDREAS (DE); HUEPPAUFF MARTIN (DE); ANDRIES HARTWIG (NL)

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE); BAYER AG (DE)

Requested Patent:  DE19812258

Application Number: DE19981012258 19980320

Priority Number (s): DE19981012258 19980320

IPC Classification: H05B33/14; C09K11/06; C08G61/12; C09B15/00; C09B48/00; C07C211/50; C07C211/52; C07C211/54; C07C217/84; C07C251/18; C07F7/00; C07F5/00; C07F3/00

EC Classification: C08G61/12D1F, C07C211/54, C07C217/94, H01L51/20D, H01L51/20D2B

Equivalents:  EP0949695, A3,  JP11329738, TW408557

### Abstract

Electroluminescent systems with transparent electrode(s) and a multi-zone electroluminescent element in which the hole-injecting zone contains a neutral or cationic polythiophene and the adjacent hole-conducting zone contains aromatic amine compound(s). Electroluminescent systems contains a substrate, an anode, an electroluminescent (EL) element and a cathode, in which at least one of the two electrodes is transparent or semi-transparent to visible light and the EL element may contain a hole-injecting zone, hole-transporting zone, electroluminescent zone, electron-transporting zone and electron-injecting zone. The hole-injecting zone contains a neutral or cationic polythiophene of formula (I) and the hole-conducting zone adjacent to the hole-injecting zone contains aromatic amine compound(s) (A). Q<1>, Q<2> = H, optionally substituted 1-20C alkyl, CH<sub>2</sub>OH or 6-14C aryl; or Q<1> plus Q<2> = -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-CH<sub>2</sub>- or 6-14C arylene; m = 0-12, preferably 1-5; n = 2-10,000, preferably 5-5000

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑯ Aktenzeichen: 198 12 258.6  
⑯ Anmeldetag: 20. 3. 98  
⑯ Offenlegungstag: 23. 9. 99

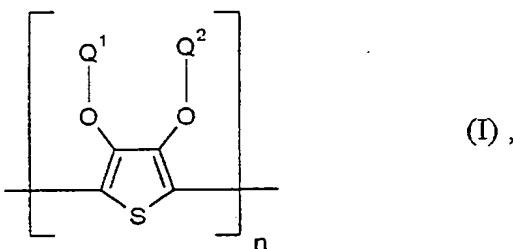
⑯ Anmelder:  
Bayer AG, 51373 Leverkusen, DE; Robert Bosch  
GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
  
⑯ Vertreter:  
Krieg, R., Dipl.-Biol. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 51377  
Leverkusen

⑯ Erfinder:  
Wehrmann, Rolf, Dr., 47800 Krefeld, DE; Heuer,  
Helmut Werner, Dr., 47829 Krefeld, DE; Jonas,  
Friedrich, Dr., 52066 Aachen, DE; Elschner, Andreas,  
Dr., 45479 Mülheim, DE; Mayer, Andrea, Dr., 70197  
Stuttgart, DE; Hüppauff, Martin, Dr., 70563  
Stuttgart, DE; Andries, Hartwig, Rupelmonde, NL

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Elektrolumineszierende Anordnungen unter Verwendung von Blendsystemen  
⑯ Elektrolumineszierende Anordnungen, enthaltend ein Substrat, eine Anode, ein elektrolumineszierendes Element und eine Kathode, wobei wenigstens eine der beiden Elektroden im sichtbaren Spektralbereich transparent bzw. semitransparent ist und das elektrolumineszierende Element der Reihe nach enthalten kann:  
Eine lochinjizierende Zone, eine lochtransportierende Zone, elektrolumineszierende Zone, elektronentransportierende Zone und eine elektroneninjizierende Zone, dadurch gekennzeichnet, daß die lochinjizierende Zone ein neutrales oder kationisches Polythiophen der Formel (I) enthält,

und die an die lochinjizierende Zone angrenzende lochleitende Zone eine oder mehrere aromatische Aminverbindungen.



worbei  
Q<sup>1</sup> und Q<sup>2</sup> unabhängig voneinander für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, CH<sub>2</sub>OH oder C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Aryl stehen oder  
Q<sup>1</sup> und Q<sup>2</sup> zusammen -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-CH<sub>2</sub>- mit m = 0 bis 12, vorzugsweise 1 bis 5, C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Arylen bedeuten, und  
n für eine ganze Zahl von 2 bis 10000, vorzugsweise 5 bis 5000 steht,

# DE 198 12 258 A 1

## Beschreibung

5 Eine elektrolumineszierende (EL) Anordnung ist dadurch charakterisiert, daß sie unter Anlegung einer elektrischen Spannung unter Stromfluß Licht aussendet. Derartige Anordnungen sind unter der Bezeichnung "Leuchtdioden" (LEDs = light emitting diodes) seit langem in der Technik bekannt. Die Emission von Licht kommt dadurch zustande, daß positive Ladungen ("Löcher", holes) und negative Ladungen ("Elektronen", electrons) unter Aussendung von Licht rekombinieren.

10 Bei der Entwicklung lichtemittierender Bauteile für Elektronik oder Photonik kommen heute hauptsächlich anorganische Halbleiter, wie Galliumarsenid, zum Einsatz. Auf Basis derartiger Substanzen können punktförmige Anzeigeelemente hergestellt werden. Großflächige Anordnungen sind nicht möglich.

Neben den Halbleiterleuchtdioden sind elektrolumineszierende Anordnungen auf Basis aufgedampfter niedermolekularer organischer Verbindungen bekannt (US-P 4 539 507, US-P 4 769 262, US-P 5 077 142, EP-A 406 762, EP-A 278 758, EP-A 278 757).

15 Weiterhin werden Polymere, wie Poly-(p-phenylene) und Poly-(p-phenylenvinylene (PPV)) als elektrolumineszierende Polymere beschrieben: G. Leising et al., Adv. Mater. 4 (1992) No. 1; Friend et al., J. Chem. Soc., Chem. Commun. 32 (1992); Saito et al., Polymer, 1990, Vol. 31, 1137; Friend et al., Physical Review B, Vol. 42, No. 18, 11670 oder WO 90/13148. Weitere Beispiele für PPV in Elektrolumineszenzanzeigen werden in EP-A 443 861, WO-A-9203490 und 92003491 beschrieben.

20 EP-A 0 294 061 stellt einen optischen Modulator auf Basis von Polyacetylen vor.

25 Zur Herstellung flexibler Polymer-LEDs haben Heeger et al. lösliche konjugierte PPV-Derivate vorgeschlagen (WO 92/16023).

Polymerblends unterschiedlicher Zusammensetzung sind ebenfalls bekannt: M. Stolka et al., Pure & Appl. Chem., Vol. 67, No. 1, pp 175-182, 1995; H. Bässler et al., Adv. Mater. 1995, 7, No. 6, 551; K. Nagai et al., Appl. Phys. Lett. 67 (16), 1995, 2281; EP-A 532 798.

30 25 Die organischen EL-Anordnungen enthalten in der Regel eine oder mehrere Schichten aus organischen Ladungstransportverbindungen. Der prinzipielle Aufbau in der Reihenfolge der Schichten ist wie folgt:

- 1 Träger, Substrat
- 2 Basiselektrode / Anode
- 3 Löcher-injizierende Schicht
- 4 Löcher-transportierende Schicht
- 5 Licht-emittierende Schicht
- 6 Elektronen-transportierende Schicht
- 7 Elektronen-injizierende Schicht
- 8 Topelektrode/Kathode
- 9 Kontakte
- 10 Umhüllung, Verkapselung.

35 Die Schichten 3 bis 7 stellen das elektrolumineszierende Element dar.  
40 Dieser Aufbau stellt den allgemeinsten Fall dar und kann vereinfacht werden, indem einzelne Schichten weggelassen werden, so daß eine Schicht mehrere Aufgaben übernimmt. Im einfachsten Fall besteht eine EL-Anordnung aus zwei Elektroden, zwischen denen sich eine organische Schicht befindet, die alle Funktionen - inklusive der der Emission von Licht - erfüllt. Derartige Systeme sind z. B. in der Anmeldung WO 90/13148 auf der Basis von Poly-(p-phenylenvinylene) beschrieben.

45 Der Aufbau von Mehrschichtsystemen kann durch Aufdampfverfahren, bei denen die Schichten sukzessive aus der Gasphase aufgebracht werden oder durch Gießverfahren erfolgen. Gießverfahren sind aufgrund der höheren Prozeßgeschwindigkeiten bevorzugt. Allerdings kann der Anlöseprozeß einer bereits aufgebrachten Schicht beim Überschichten mit der nächsten Schicht in bestimmten Fällen eine Schwierigkeit darstellen.

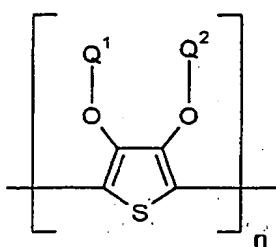
50 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung von elektrolumineszierenden Anordnungen mit hoher Leuchtdichte, wobei die aufzubringende Mischung gießbar aufgebracht werden kann.

55 Es wurde gefunden, daß elektrolumineszierende Anordnungen, die untergelegtes Blendsystem enthalten, diese Anforderungen erfüllen. Im folgenden ist der Begriff "Zone" auch mit Schicht gleichzusetzen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind daher elektrolumineszierende Anordnungen, enthaltend ein Substrat, eine Anode, ein elektrolumineszierendes Element und eine Kathode, wobei wenigstens eine der beiden Elektroden im sichtbaren Spektralbereich transparent bzw. semitransparent ist und das elektrolumineszierende Element der Reihe nach enthalten kann:

60 Eine lochinjizierende Zone, lochtransportierende Zone, elektrolumineszierende Zone, elektronentransportierende Zone und eine elektroneninjizierende Zone, dadurch gekennzeichnet, daß die lochinjizierende Zone ein neutrales oder kationisches Polythiophen der Formel (I) enthält.

65



(I),

wobei

Q¹ und Q² unabhängig voneinander für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, CH<sub>2</sub>OH oder C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Aryl stehen oder

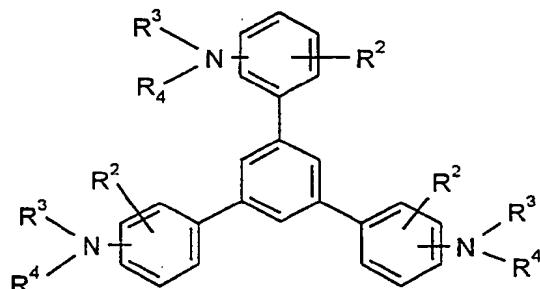
Q¹ und Q² zusammen -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-CH<sub>2</sub>- mit m = 0 bis 12, vorzugsweise 1 bis 5, C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Arylen bedeuten, und n für eine ganze Zahl von 2 bis 10 000, vorzugsweise 5 bis 5 000 steht,

und die an die lochinjizierende Zone angrenzende lochleitende Zone eine oder mehrere aromatische Aminoverbindungen, bevorzugt gegebenenfalls substituierte Triphenylaminverbindungen, besonders bevorzugt Tris-1,3,5-(aminophenyl)benzolverbindungen A der Formel (II) enthält.

Die sich zwischen lochinjizierender Zone und Kathode befindlichen Zonen oder Zone können auch mehrere Funktionen übernehmen, d. h. daß eine Zone z. B. lochtransportierende, elektrolumineszierende, elektronentransportierende, elektroneinjizierende und/oder Substanzen enthalten kann.

Das elektrolumineszierende Element kann ferner einen oder mehrere transparente polymere Binder B enthalten.

Die gegebenenfalls substituierte Tris-1,3,5-(aminophenyl)benzol-Verbindung A steht für eine aromatische tertiäre Aminoverbindung der allgemeinen Formel (II)



(II),

in welcher

R² für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes Alkyl oder Halogen steht,

R³ und R⁴ unabhängig voneinander für gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, Alkoxy carbonyl-substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, jeweils gegebenenfalls substituiertes Aryl, Aralkyl oder Cycloalkyl stehen.

R³ und R⁴ stehen unabhängig voneinander bevorzugt für C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, insbesondere Methyl, Ethyl, n- oder iso-Propyl, n-, iso-, sec-, oder tert.-Butyl, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxy carbonyl-C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-alkyl, wie beispielsweise Methoxy-, Ethoxy-, Propoxy-, Butoxycarbonyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, jeweils gegebenenfalls durch C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl und/oder C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxy substituiertes Phenyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, Naphthyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, Phenyl, Naphthyl oder Anthracyl.

Besonders bevorzugt stehen R³ und R⁴ unabhängig voneinander für unsubstituiertes Phenyl oder Naphthyl oder jeweils einfach bis dreifach durch Methyl, Ethyl, n-, iso-Propyl, Methoxy, Ethoxy, n- und/oder iso-Propoxy substituiertes Phenyl oder Naphthyl.

R² steht vorzugsweise für Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, n- oder iso-Propyl, n-, iso-, sec-, oder tert.-Butyl, oder Halogen.

Derartige Verbindungen und deren Herstellung sind in US-A 4 923 774 für den Einsatz in der Elektrophotographie beschrieben, welche hiermit ausdrücklich als Bestandteil der Beschreibung aufgenommen wird ("incorporated by reference"). Die Tris-Nitrophenyl-Verbindung kann beispielsweise durch allgemein bekannte katalytische Hydrierung beispielweise in Gegenwart von Raney-Nickel in die Tris-aminophenyl-Verbindung überführt werden (Houben-Weyl 4/1C, 14-102, Ullmann (4) 13, 135-148). Die Aminoverbindung wird in allgemein bekannter Weise mit substituierten Halogenbenzolen umgesetzt.

Beispielhaft seien die folgenden Verbindungen genannt, wobei die Substitution am Phenylring sowohl in ortho, meta und/oder para zum Aminstickstoff erfolgen kann:

5

10

15

20

25

30

35

40

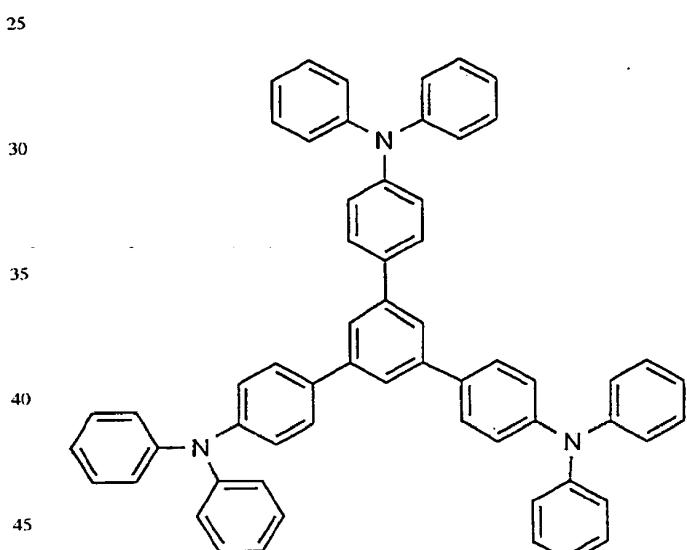
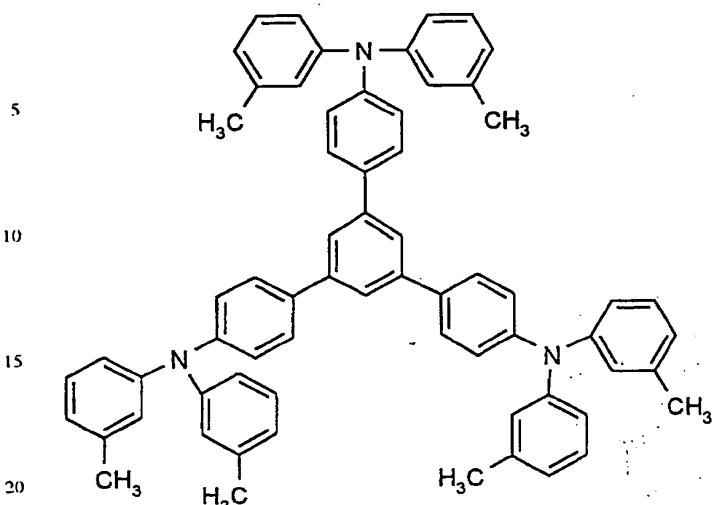
45

50

55

60

65

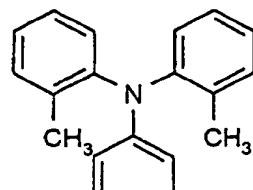


50

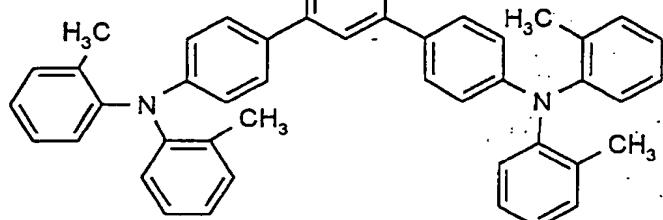
55

60

65



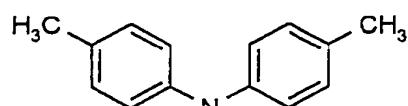
5



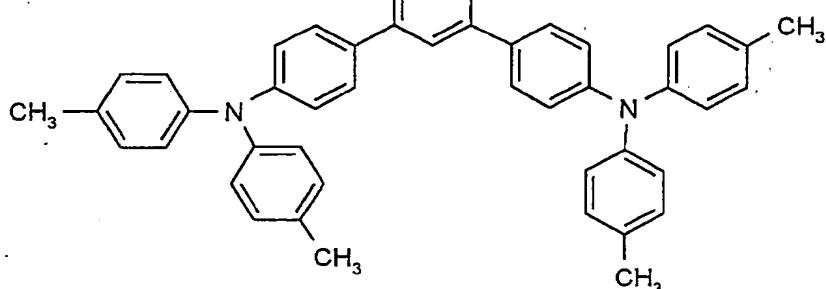
10

15

20



25



25

40

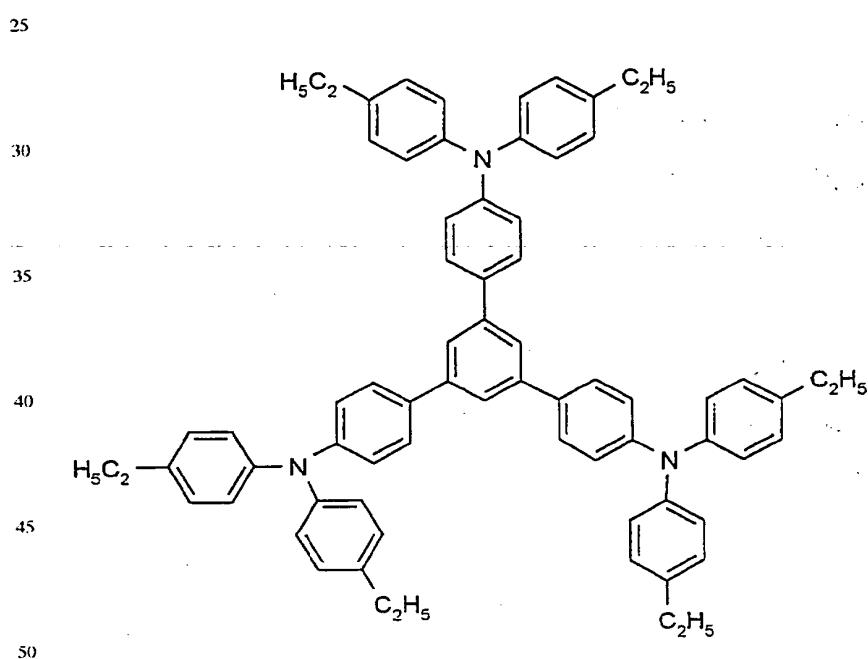
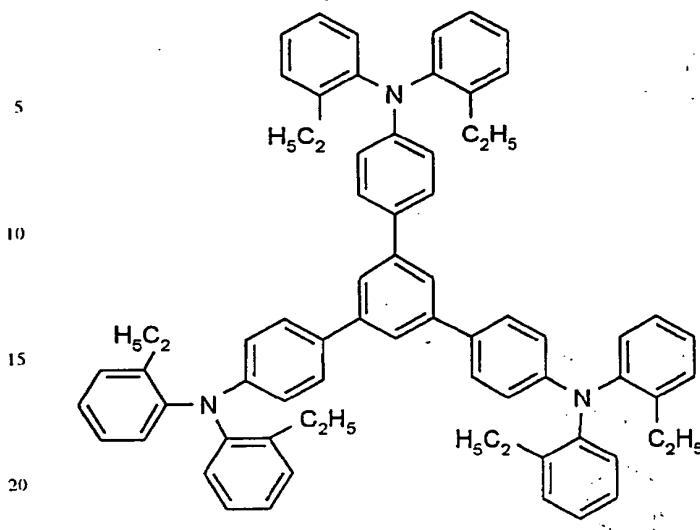
45

50

55

(11)

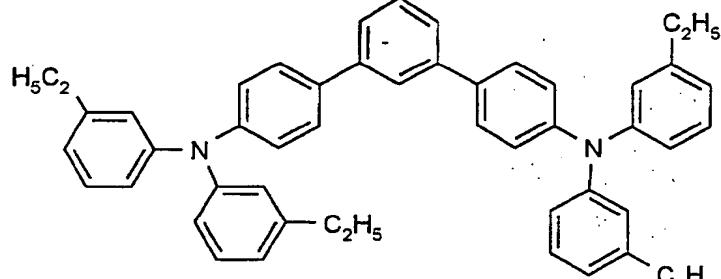
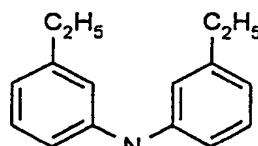
65



55

60

65



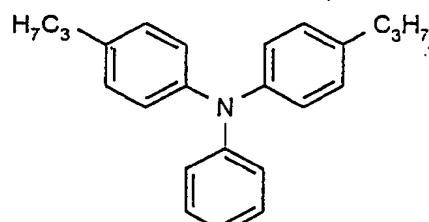
5

10

15

20

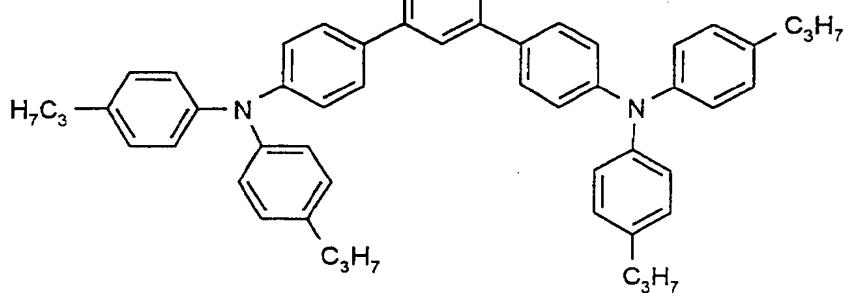
25



15

20

25



20

25

30

35

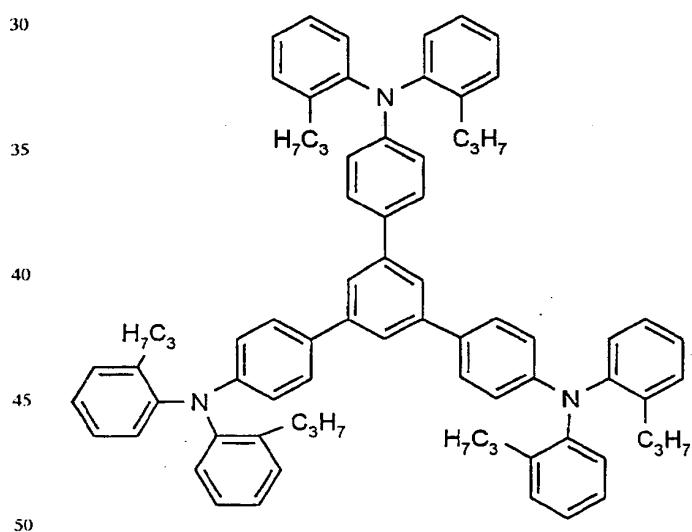
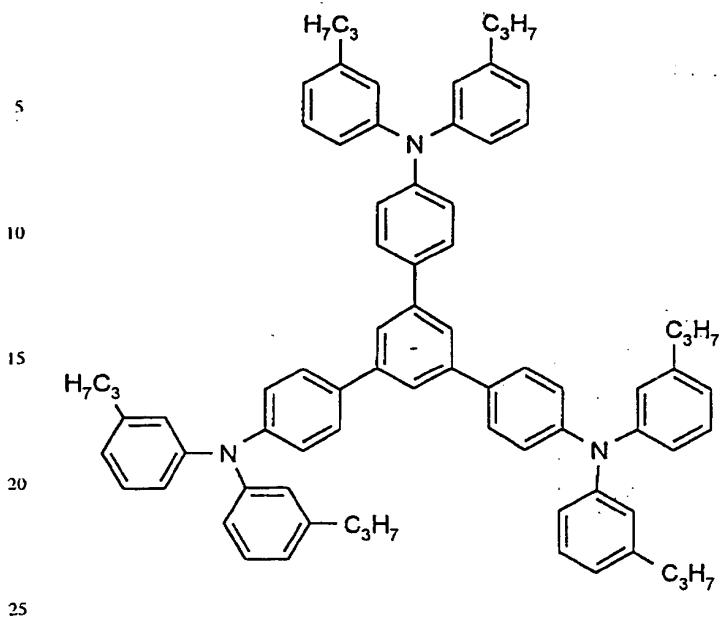
40

45

50

55

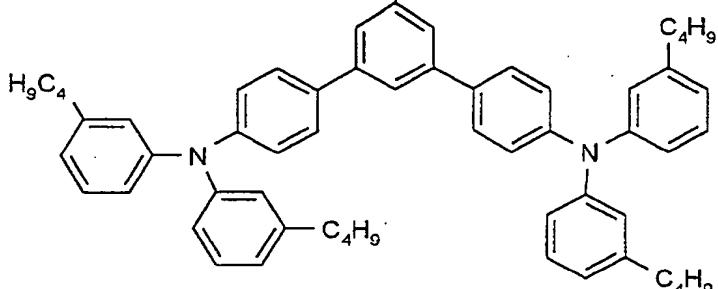
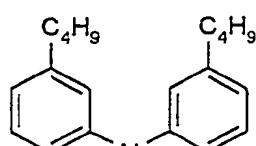
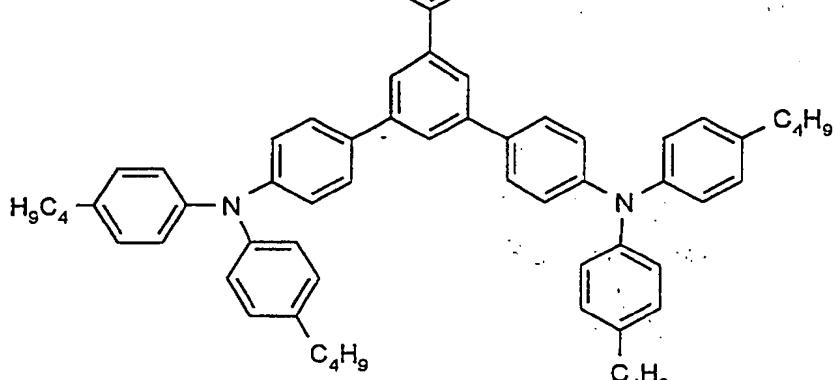
60



55

60

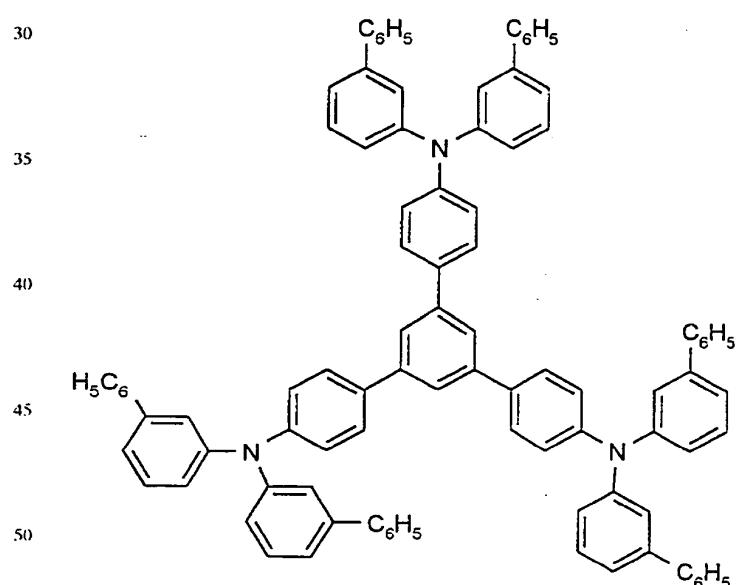
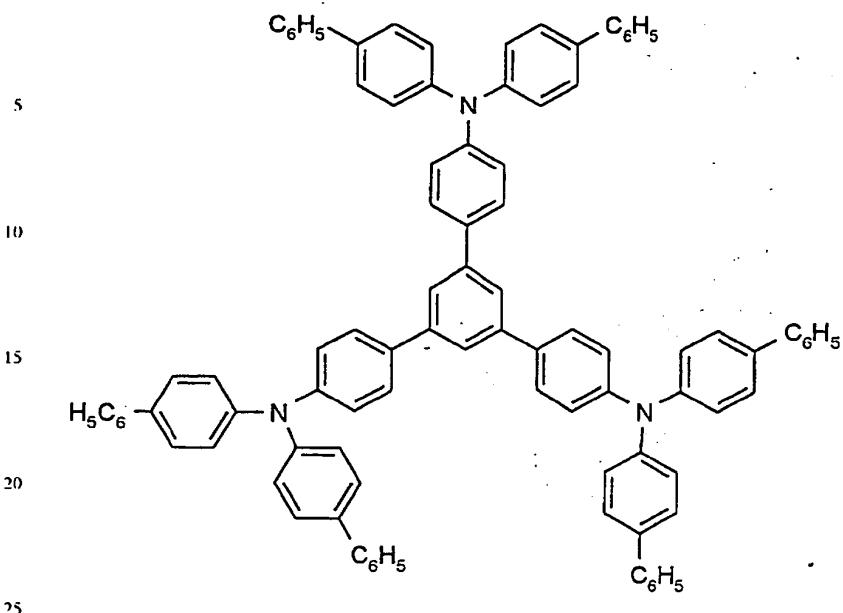
65



55

60

65

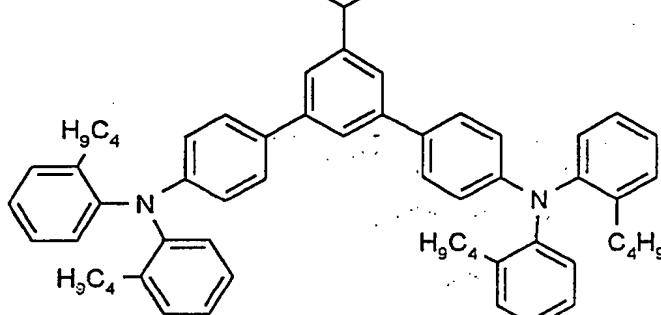
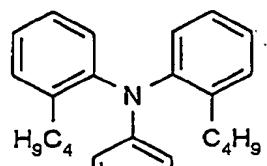


55

60

65

## DE 198 12 258 A 1



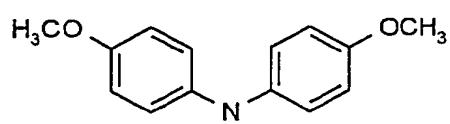
5

10

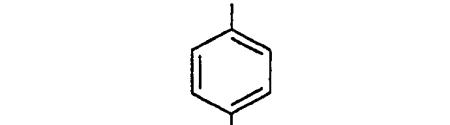
15

20

25

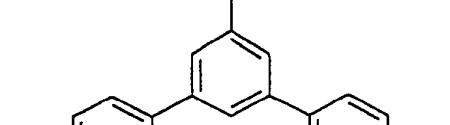


15



20

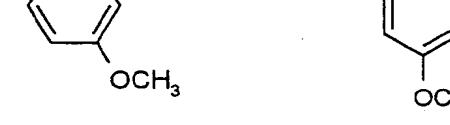
25



25



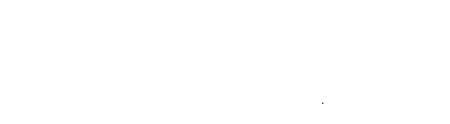
30



35



40



45

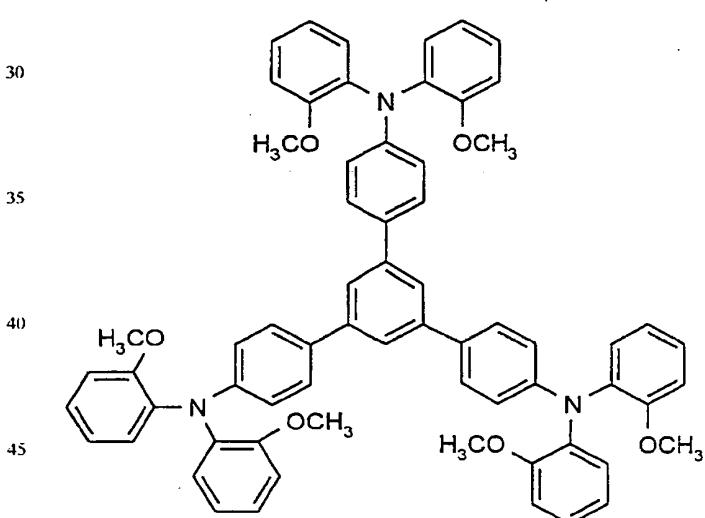
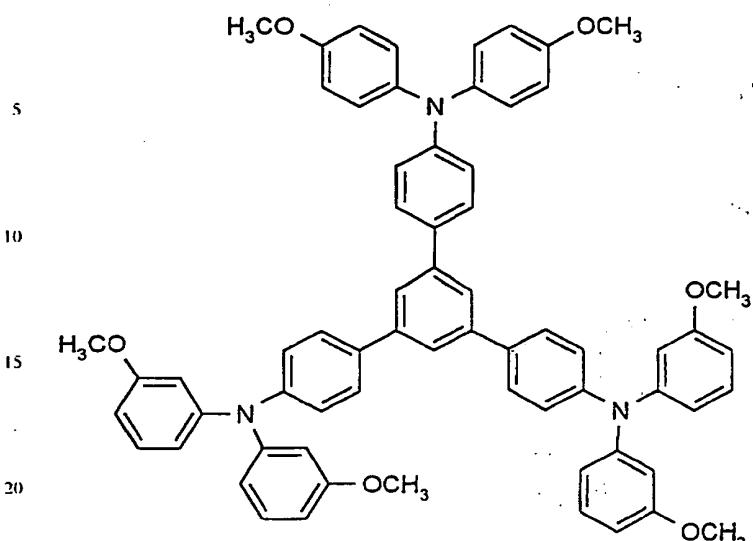


50

55

60

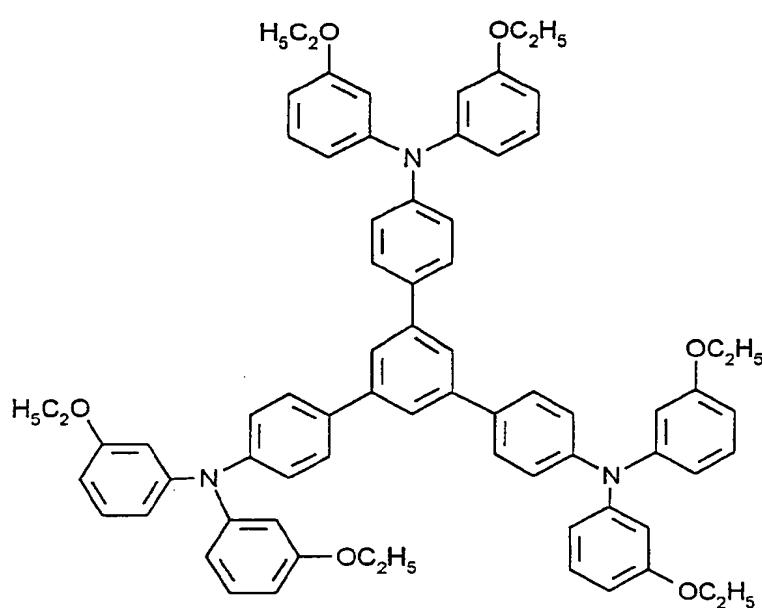
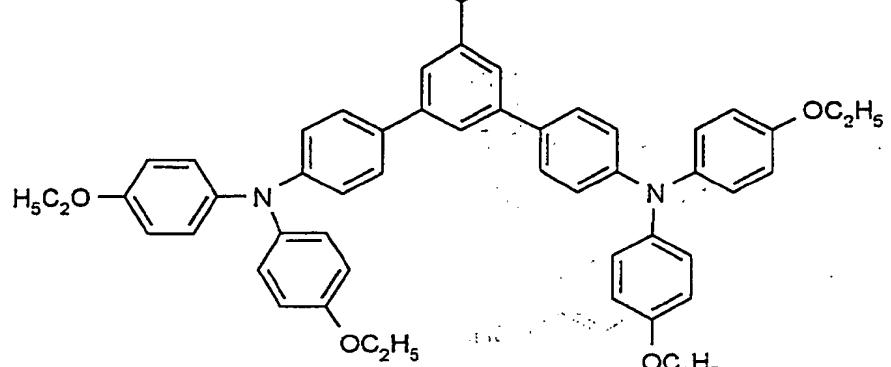
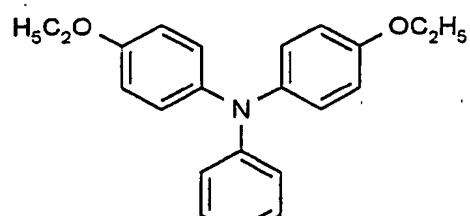
65



55

60

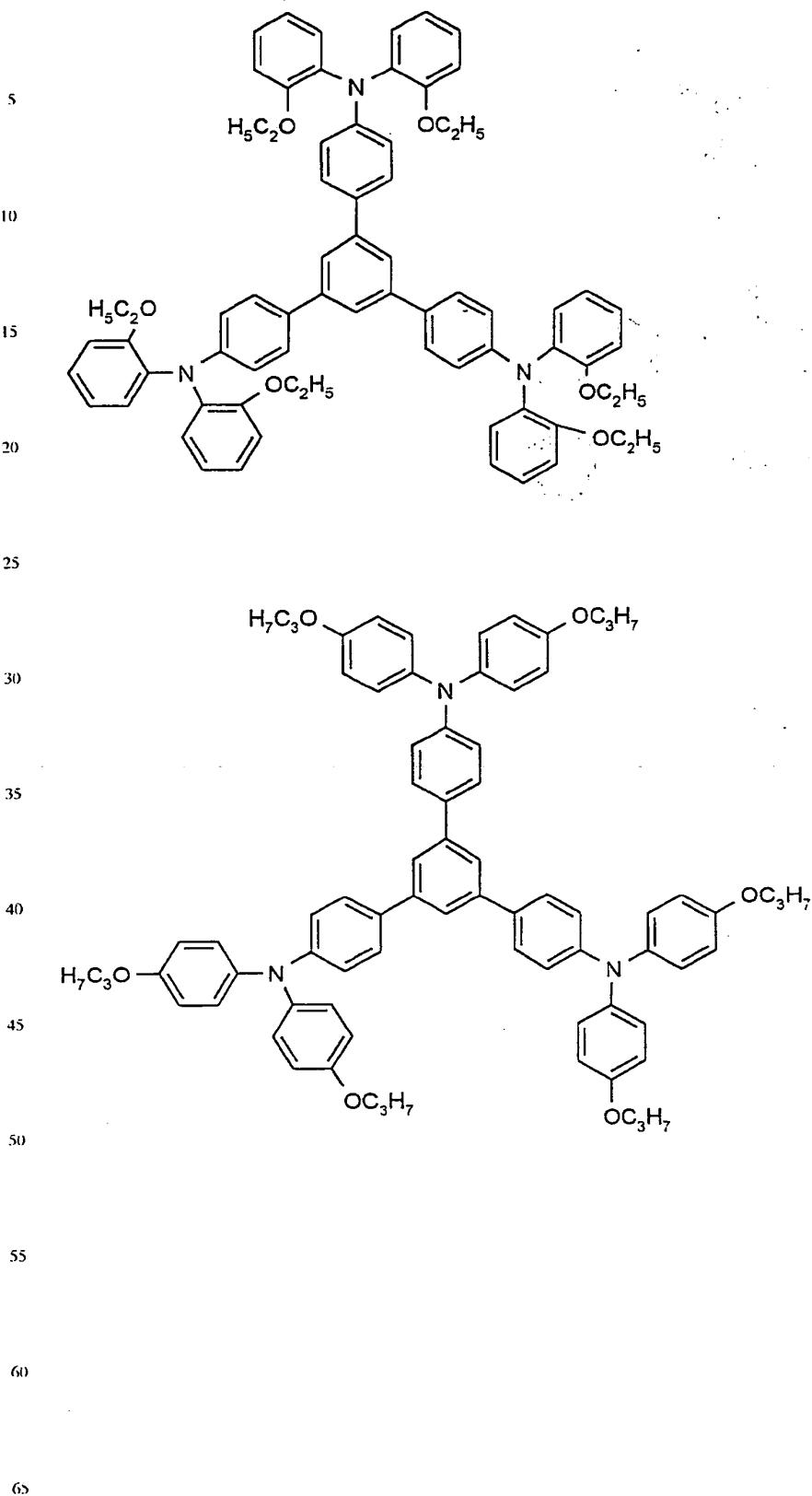
65



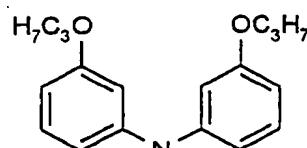
55

60

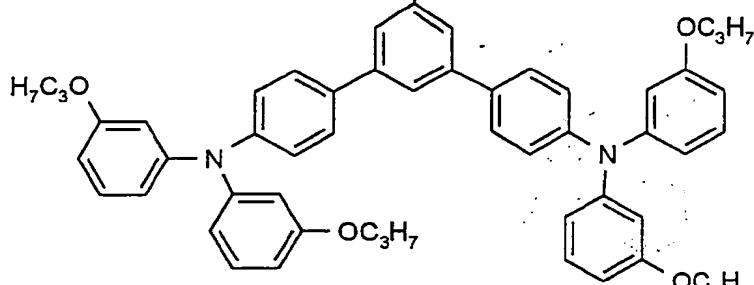
65



DE 198.12.258 A.1



5

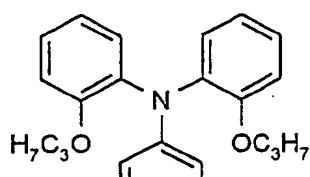


11

15

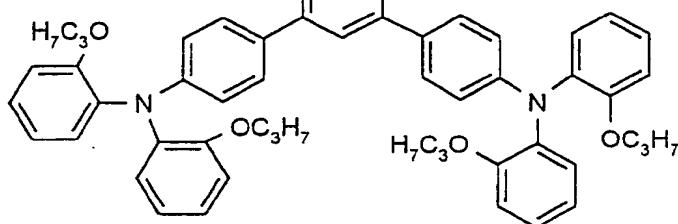
20

25



'30

35



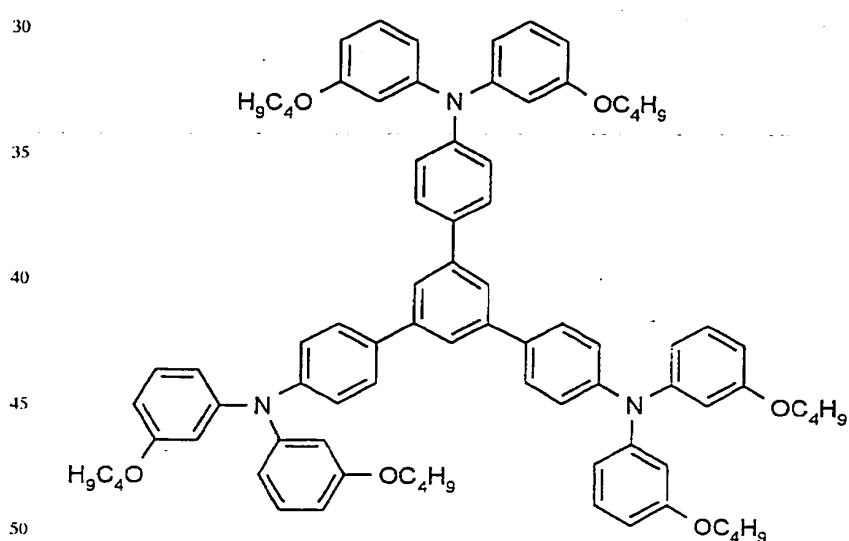
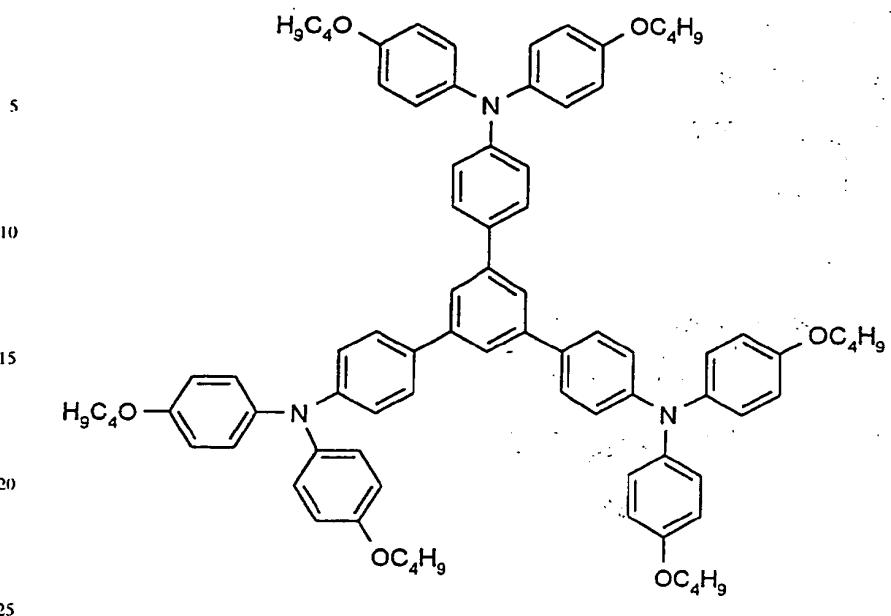
40

50

55

61

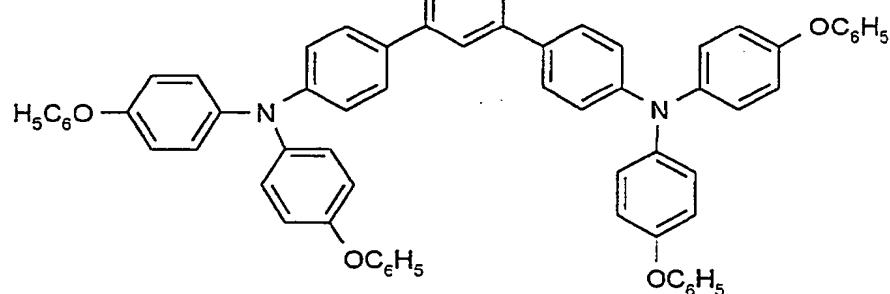
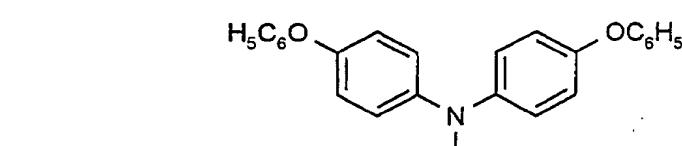
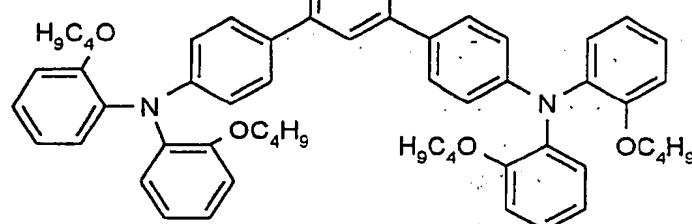
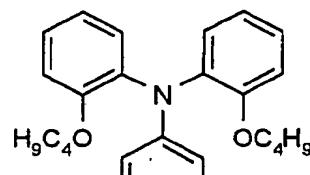
67



55

60

65



25

30

35

40

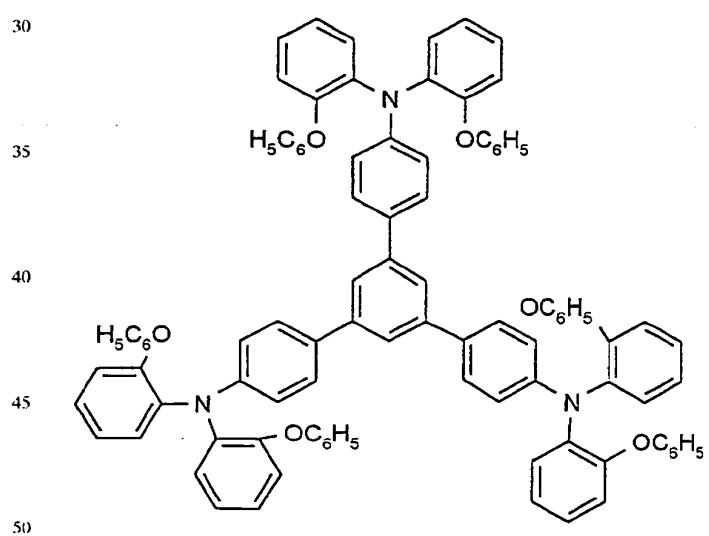
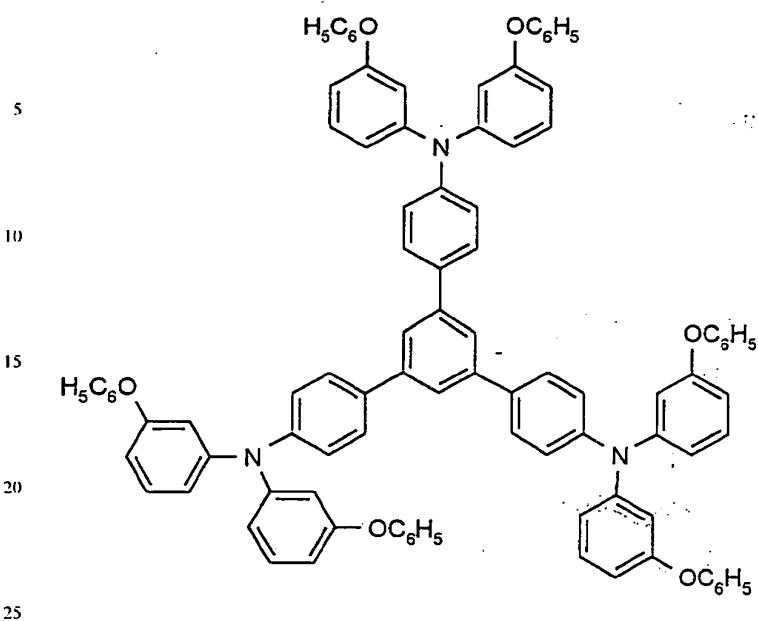
45

50

55

60

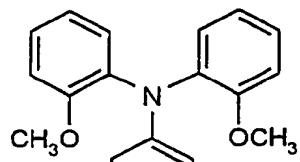
65



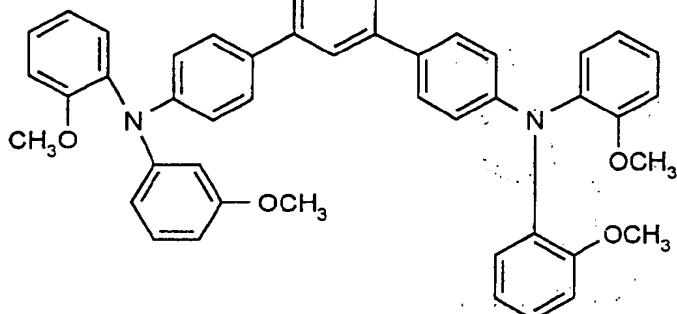
55

60

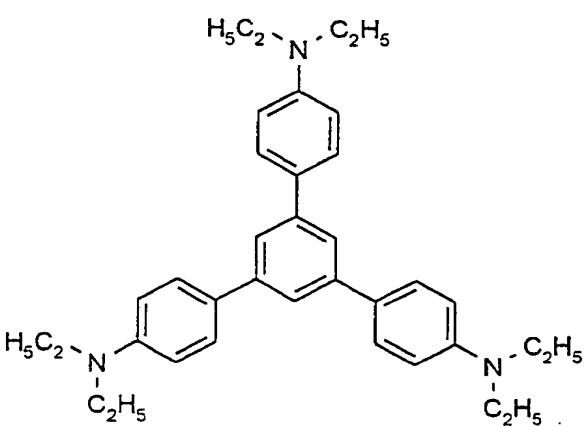
65



5



10



15



20

25

 $\text{H}_5\text{C}_2\text{---N---C}_2\text{H}_5$ 

30



35



40

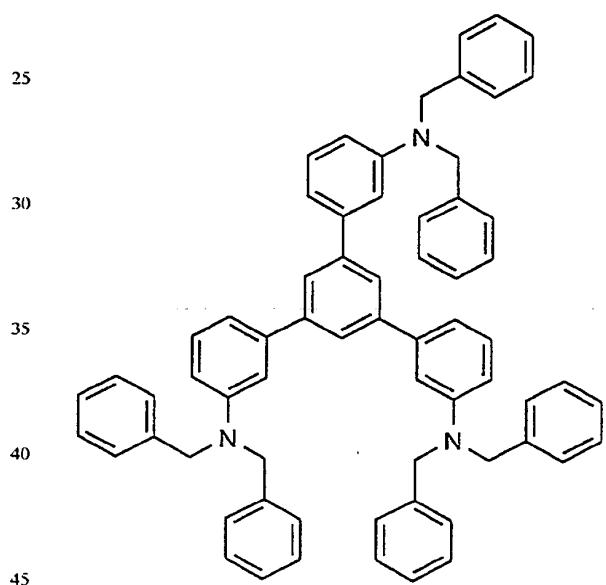
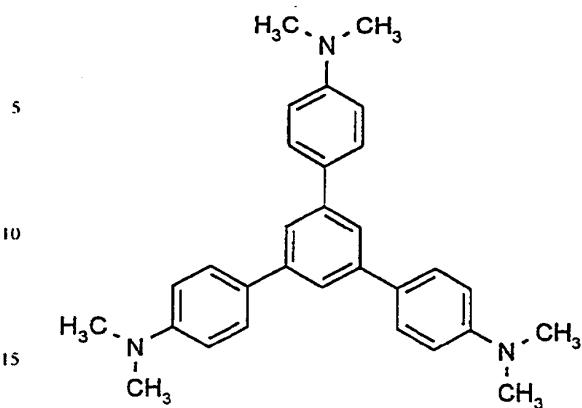
45

50

55

60

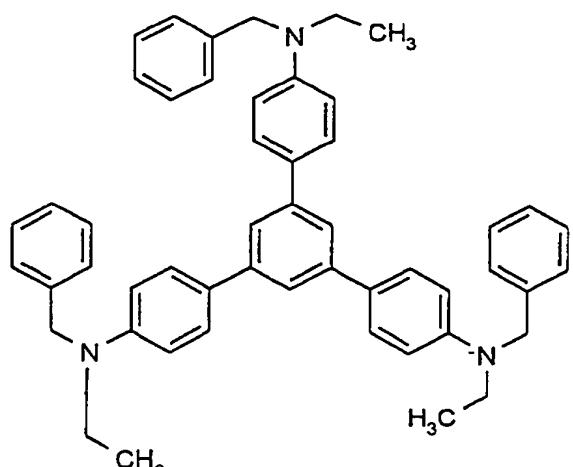
65



55

60

65

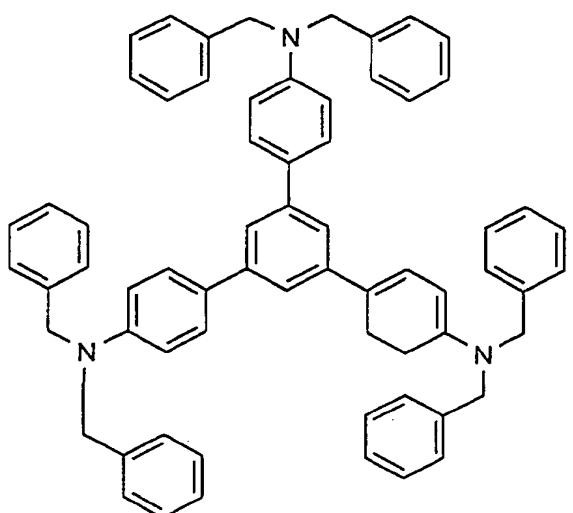


5

10

15

20



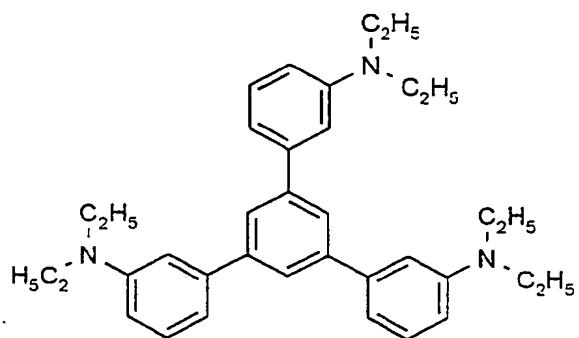
25

30

35

40

45



50

55

60

Neben der Komponente A können gegebenenfalls weitere Lochleiter, z. B. in Form einer Mischung mit der Komponente A, zum Aufbau des elektrolumineszierenden Elementes eingesetzt werden. Dabei kann es sich einerseits um eine oder mehrere Verbindungen der Formel (II), wobei auch Gemische von Isomeren umfaßt werden, andererseits auch um Mischungen von lochtransportierenden Verbindungen mit Verbindungen von A - mit der allgemeinen Formel (II) - mit verschiedener Struktur handeln.

65

Eine Zusammenstellung möglicher weiterer lochleitender Materialien ist in EP-A 532 798 angegeben.

# DE 198 12 258 A 1

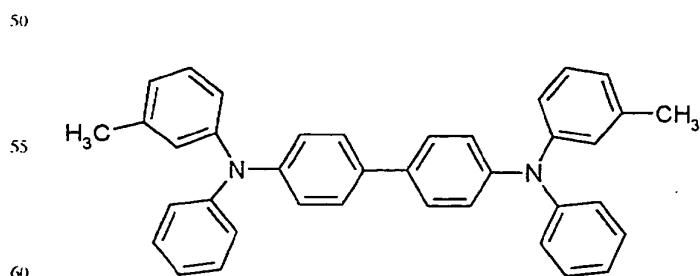
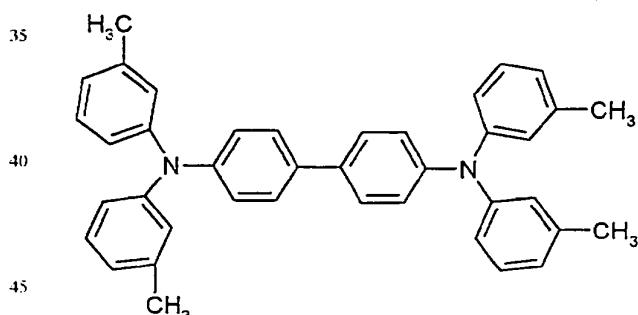
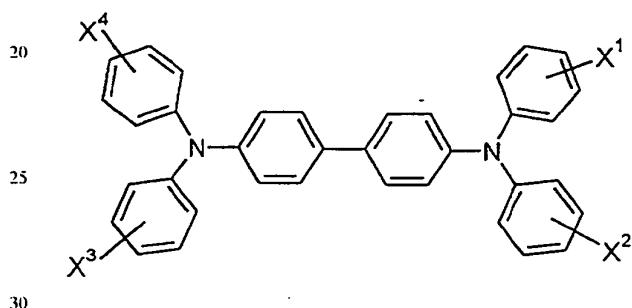
Im Falle von Mischungen der aromatischen Amine können die Verbindungen in einem beliebigen Verhältnis eingesetzt werden.

Beispielhaft seien genannt:

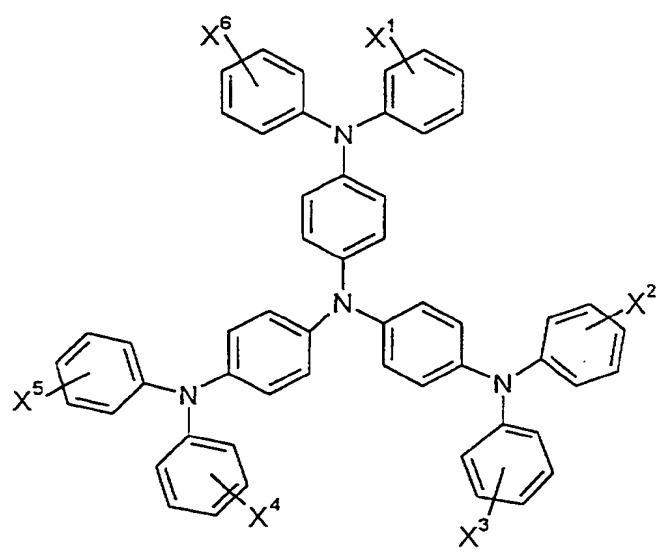
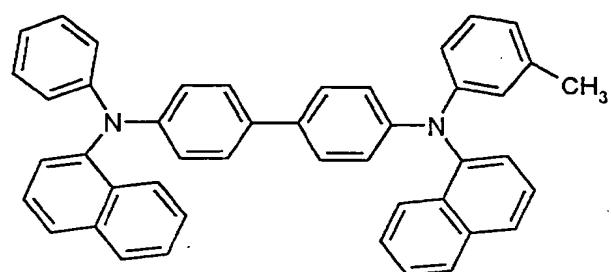
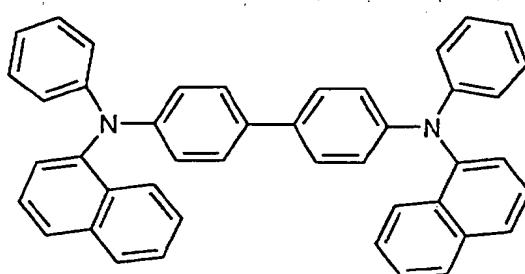
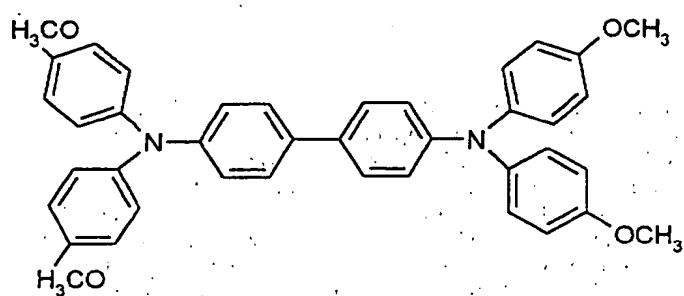
Anthracen-Verbindungen, z. B. 2,6,9,10-Tetraisopropoxyanthracen; Oxadiazol-Verbindungen, z. B. 2,5-Bis(4-diethylaminophenyl)-1,3,4-oxadiazol. Triphenylamin-Verbindungen, z. B. N,N'-Diphenyl-N,N'-di(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamin; aromatische tertiäre Amine, z. B. N-Phenylcarbazol, N-Isopropyl-carbazol und Verbindungen, die in lochtransportierenden Schichten einsetzbar sind, wie sie in der japanischen Patentanmeldung Offenlegungsnr. 62-264 692 beschrieben sind; ferner Pyrazolin-Verbindungen, z. B. 1-Phenyl-3-(p-diethylaminostyryl)-S-(p-diethylaminophenyl)-2-pyrazolin; Styryl-Verbindungen, z. B. 9-(p-Diethylaminostyryl)-anthrazen; Hydrazon-Verbindungen, z. B. Bis-(4-dimethylamino-2-methylphenyl)-phenyl-methan; Stilben-Verbindungen, z. B. -(4-Methoxyphenyl)-4-N,N-diphenylamino-(4'-methoxy)-stilben, Unamin-Verbindungen, z. B. 1,1-(4,4'-diethoxyphenyl)-N,N-(4,4'-dimethoxyphenyl)enamin; Metall- oder Nichtmetall-Phthalocyanine und Porphyrin-Verbindungen.

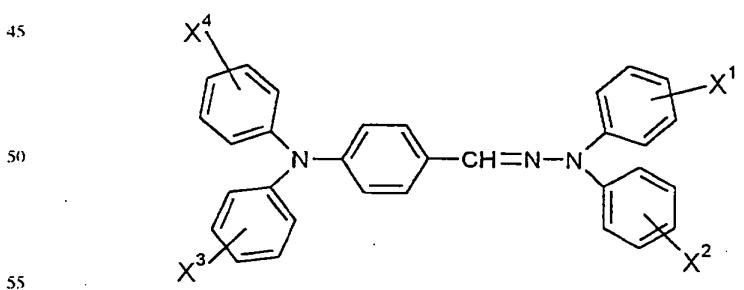
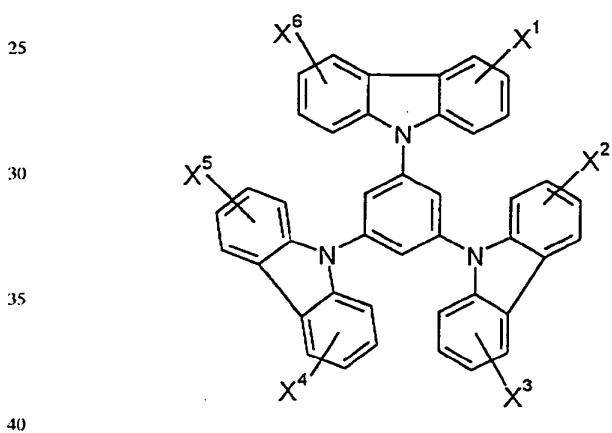
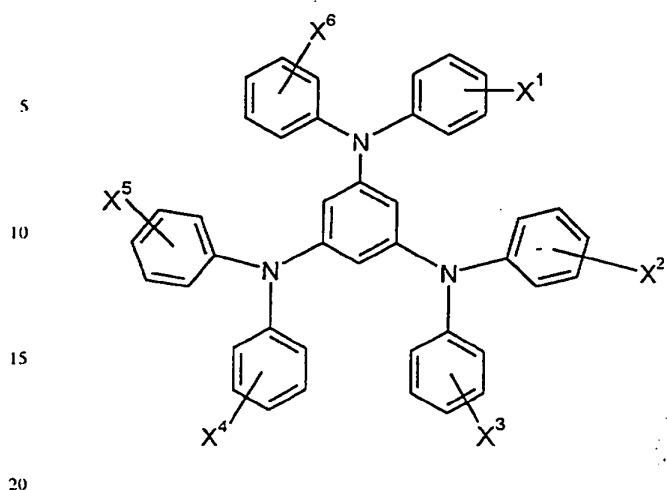
Bevorzugt sind Triphenylamin-Verbindungen und/oder aromatische tertiäre Amine, wobei die beispielhaft genannten Verbindungen besonders bevorzugt sind.

Materialien, die lochleitende Eigenschaften aufweisen und in reiner Form oder als Mischpartner zur Komponente A eingesetzt werden können, sind beispielsweise die folgenden Verbindungen, wobei X<sup>1</sup> bis X<sup>6</sup> unabhängig voneinander für H, Halogen, Alkyl, Aryl, Alkoxy, Aryloxy stehen.



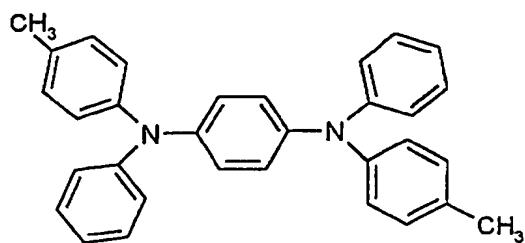
65





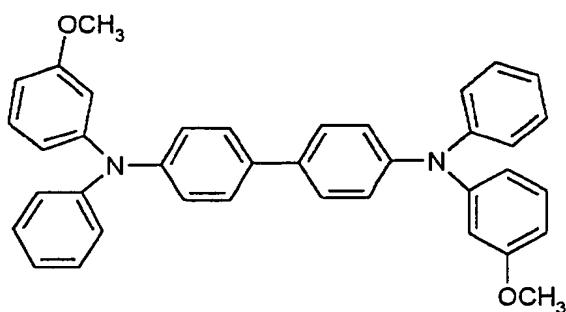
60

65



5

10

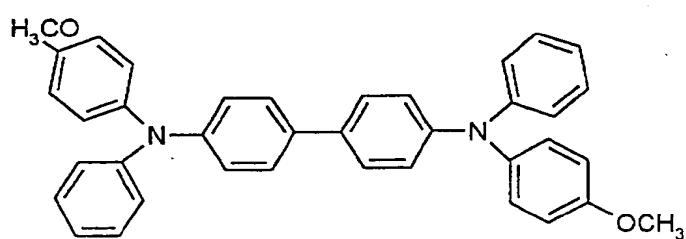


15

20

25

30



35

40

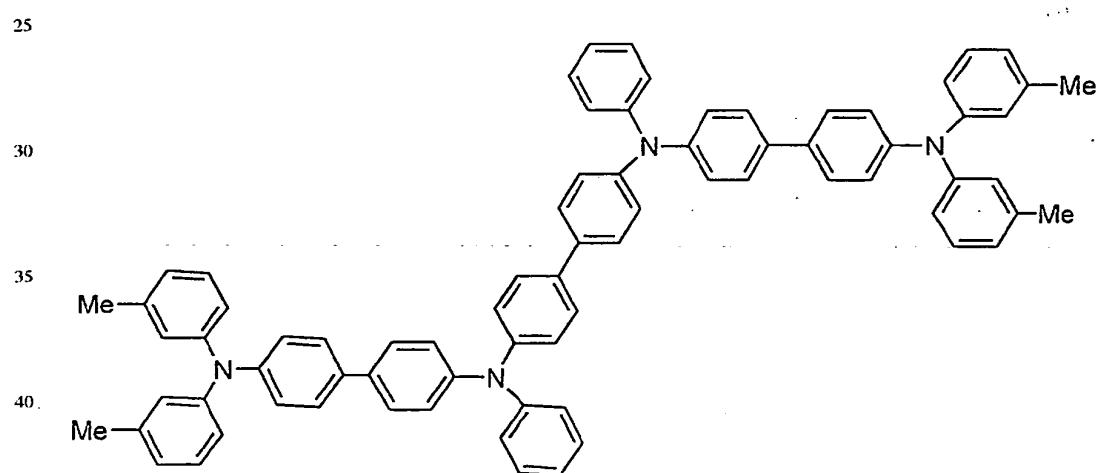
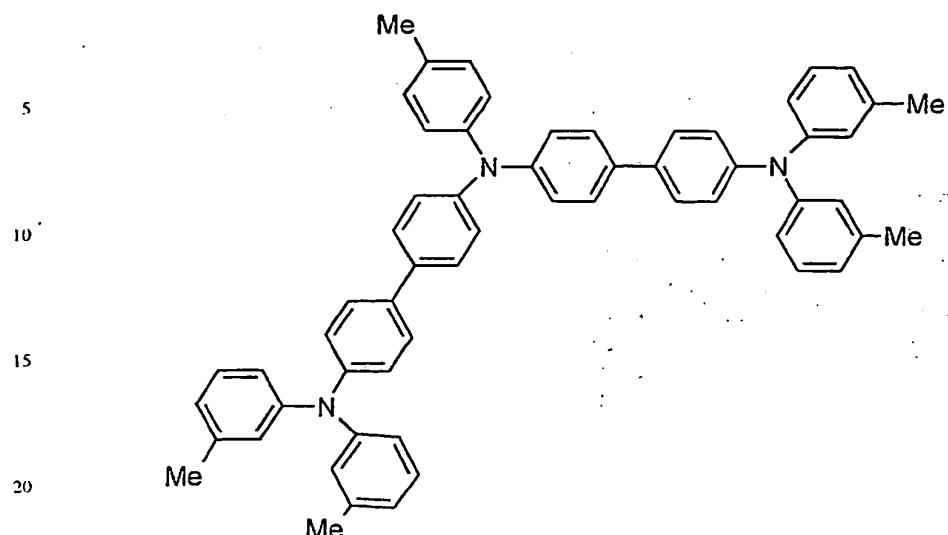
45

50

55

60

65

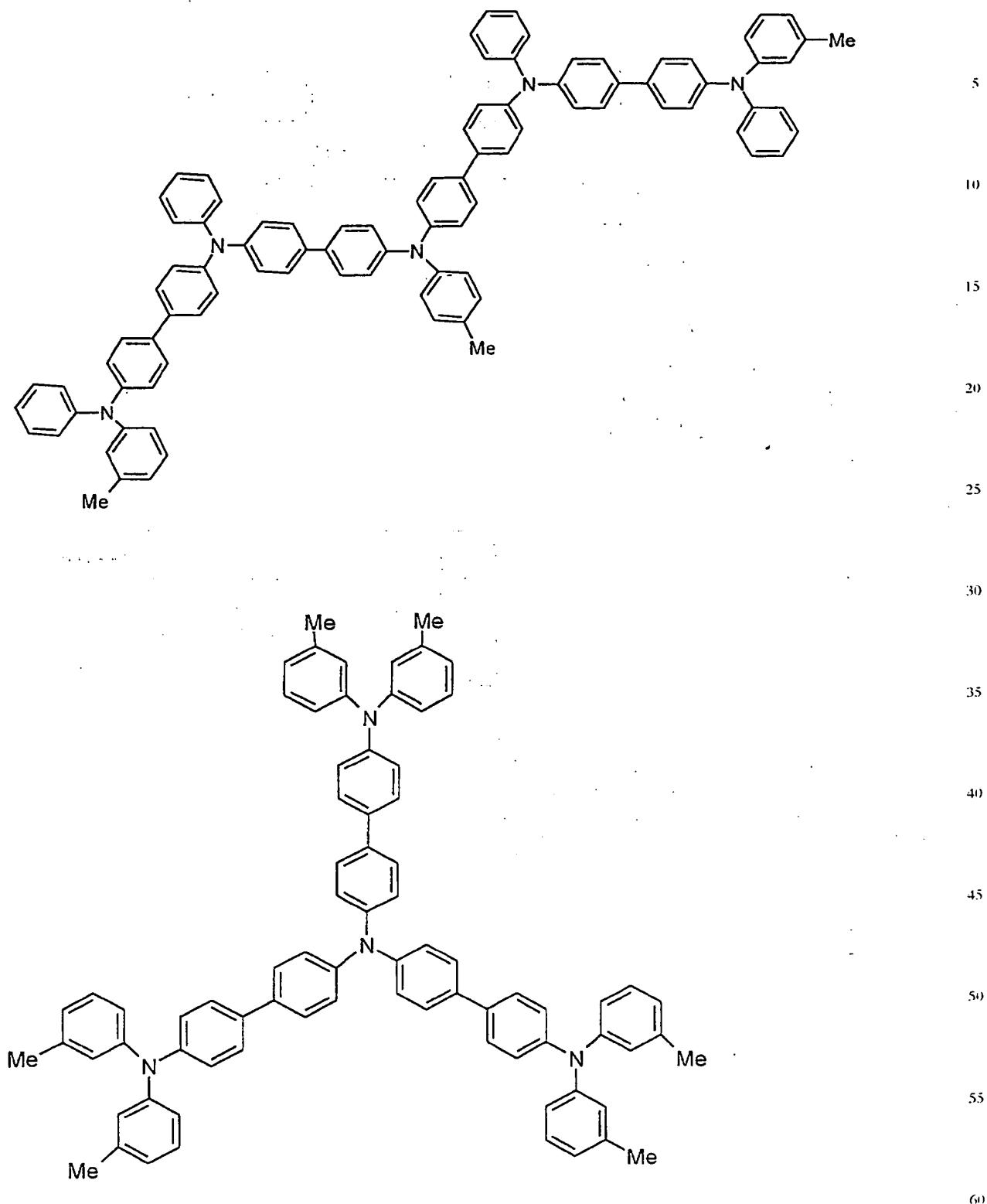


50

55

60

65



Me = Methyl

Diese und weitere Beispiele sind beschrieben in J. Phys. Chem. 1993, 97, 6240-6248 und Appl. Phys. Lett., Vol. 66, No. 20, 2679-2681.

Generell können verschiedene Amine mit unterschiedlicher Grundstruktur und/oder unterschiedlichen Substitutionsmustern gemischt werden.

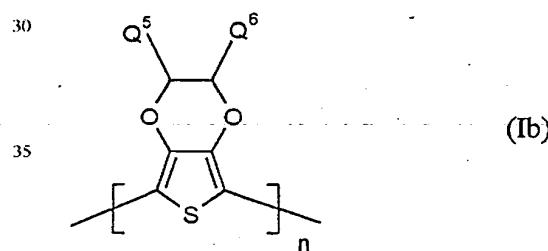
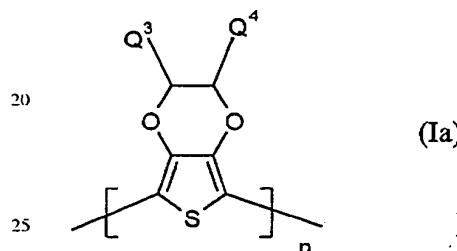
$X^1$  bis  $X^6$  stehen unabhängig voneinander vorzugsweise für Wasserstoff, Fluor, Chlor, Brom, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, insbesondere C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl oder -Alkoxy, Phenyl, Naphthyl, Phenoxy und/oder Naphthoxy. Die aromatischen Ringe können ein-, zwei-, drei- oder vierfach, gleich oder verschieden durch mindestens einen Rest X<sup>1</sup> bis X<sup>6</sup> substituiert sein.

Die Polythiophene der wiederkehrenden Struktureinheit der Formel (I) sind bekannt (vgl. EP-A 440 958 und 339 340). Die Herstellung der erfahrungsgemäßen Dispersionen bzw. Lösungen ist in EP-A 440 957 und DE-OS 42 11 459 beschrieben.

Die Polythiophene werden in der Dispersion bzw. Lösung bevorzugt in kationischer Form, wie sie z. B. durch Behandlung der neutralen Thiophene mit Oxidationsmitteln erhalten werden, eingesetzt. Übliche Oxidationsmittel wie Kaliumperoxodisulfat werden für die Oxidation verwendet. Durch die Oxidation erhalten die Polythiophene positive Ladungen, die in den Formeln nicht dargestellt sind, da ihre Zahl und ihre Position nicht einwandfrei feststellbar sind. Gemäß den Angaben in EP-A 339 340 können sie direkt auf Trägern hergestellt werden.

Vorzugsweise stehen Q<sup>1</sup> und Q<sup>2</sup> in Formel (I) für -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-CH<sub>2</sub>- mit m = 1 bis 4, ganz besonders bevorzugt für Ethylen.

Bevorzugte kationische oder neutrale Polydioxothiophene sind aus Struktureinheiten der Formel (Ia) oder (Ib) aufgebaut



worin

Q<sup>3</sup> und Q<sup>4</sup> unabhängig voneinander für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkyl, vorzugsweise C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>, insbesondere C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, C<sub>2</sub>- bis C<sub>12</sub>-Alkenyl, vorzugsweise C<sub>2</sub>- bis C<sub>8</sub>-Alkenyl, C<sub>3</sub>- bis C<sub>7</sub>-Cycloalkyl, vorzugsweise Cyclopentyl, Cyclohexyl, C<sub>7</sub>- bis C<sub>15</sub>-Aralkyl, vorzugsweise Phenyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>- bis C<sub>10</sub>-Aryl, vorzugsweise Phenyl, Naphthyl, C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkoxy, vorzugsweise C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, beispielsweise Methoxy, Ethoxy, n- oder iso-Propoxy oder C<sub>2</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkyloxyester steht und

Q<sup>5</sup> und Q<sup>6</sup> unabhängig voneinander für Wasserstoff, mit jeweils mindestens einer Sulfonatgruppe substituiertes C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkyl, vorzugsweise C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>, insbesondere C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, C<sub>2</sub>- bis C<sub>12</sub>-Alkenyl, vorzugsweise C<sub>2</sub>- bis C<sub>8</sub>-Alkenyl, C<sub>3</sub>- bis C<sub>7</sub>-Cycloalkyl, vorzugsweise Cyclopentyl, Cyclohexyl, C<sub>7</sub>- bis C<sub>15</sub>-Aralkyl, vorzugsweise Phenyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>- bis C<sub>10</sub>-Aryl, vorzugsweise Phenyl, Naphthyl, C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkoxy, vorzugsweise C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, beispielsweise Methoxy, Ethoxy, n- oder iso-Propoxy oder C<sub>2</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkyloxyester steht, wobei falls Q<sup>5</sup> für Wasserstoff steht, Q<sup>6</sup> verschieden von Wasserstoff ist und umgekehrt.

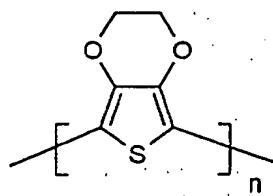
n für eine ganze Zahl von 2 bis 10 000, vorzugsweise 5 bis 5 000 steht.

Besonders bevorzugt sind kationische bzw. neutrale Polythiophene der Formeln (Ia-1) und (Ib-1)

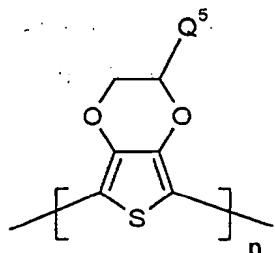
55

60

65



(Ia-1)



(Ib-1)

worin  $Q^5$  und  $n$  die oben angegebene Bedeutung haben.

Als Polyanionen dienen die Anionen von polymeren Carbonsäuren, wie Polyacrylsäuren, Polymethacrylsäure oder Polymaleinsäuren und polymeren Sulfonsäuren, wie Polystyrolsulfonsäuren und Polyvinylsulfonsäuren. Diese Polycarbon- und -sulfonsäuren können auch Copolymeren von Vinylcarbon- und Vinylsulfonsäuren mit anderen polymerisierbaren Monomeren, wie Acrylsäureestern und Styrol, sein.

Besonders bevorzugt ist das Anion der Polystyrolsulfonsäure als Gegenion.

Das Molekulargewicht der die Polyanionen liefernden Polysäuren beträgt vorzugsweise 1 000 bis 2 000 000, besonders bevorzugt 2 000 bis 500 000. Die Polysäuren oder ihre Alkalosalze sind im Handel erhältlich, z. B. Polystyrolsulfonsäuren und Polyacrylsäuren, oder aber nach bekannten Verfahren herstellbar (siehe z. B. Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Bd. E 20 Makromolekulare Stoffe, Teil 2 (1987), S. 114ff).

Anstelle der für die Bildung der Dispersionen aus Polydioxothiophenen und Polyanionen erforderlichen freien Polysäuren, kann man auch Gemische aus Alkalosalzen der Polysäuren und entsprechenden Mengen an Monosäuren einsetzen.

Im Falle der Formel (Ib) und (Ib-1) tragen die Polydioxothiophene positive und negative Ladung in der Monomereinheit selbst.

Das elektrolumineszierende Element kann gegebenenfalls eine weitere funktionalisierte Verbindung aus der Gruppe der lochinjizierenden und/oder lochtransportierenden Materialien, ein lumineszierendes Material C und gegebenenfalls Elektronentransportmaterialien enthalten, wobei die lochtransportierende Zone neben der Komponente A eine oder mehrere weitere lochtransportierende, elektrolumineszierende, elektronenptransportierende und/oder elektroneninjizierende Verbindungen enthalten kann, wobei mindestens eine Zone vorhanden ist, einzelne Zonen weggelassen werden können und die vorhandene(n) Zone(n) mehrere Aufgaben übernehmen kann.

Als lumineszierendes Material (Komponente C) können solche Substanzen eingesetzt werden, die Photolumineszenz zeigen, d. h. Fluoreszenz- und Laserfarbstoffe, aber auch Metallkomplexe und Chelate oder anorganische Nanoteilchen.

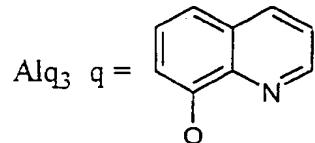
Beispiele für Fluoreszenz- und Laserfarbstoffe sind Stilbene, Distilbene, Methinfarbstoffe, Cumarine, Naphthalimide, Perylene, Rubren, Chinaeridone, Phenanthrene, Anthracene, Phthalocyanine usw. Weitere Beispiele sind in EP-A 532 798 beschrieben.

Bei den Metallkomplexen können generell ein-, zwei- oder dreiwertige Metalle benutzt werden, von denen bekannt ist, daß sie Chelate bilden.

Das Metall kann ein ein-, zwei- oder dreiwertiges Metall sein, beispielsweise Lithium, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Bor, Aluminium, Gallium, Indium, Seltende Erden. Als anorganische Nanoteilchen eignen sich beispielsweise Halbleiter wie CdS, CdSe, ZnS oder ZnO.

Geeignete Beispiele für die Komponente C) sind die Oxin-Komplexe (8-Hydroxychinolin-Komplexe) von  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $In^{3+}$ ,  $Ga^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Be^{2+}$ ,  $Li^{+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$  oder Aluminiumtris(5-methoxyin)<sub>3</sub> und Galliumtris(5-chloro-chinolin). Auch Komplexe mit Selenenerd-Metallen sind einsetzbar.

Beispiele für Metallkomplexe sind



$Inq_3$ ,  $Gaq_3$ ,  $Znq_2$ ,  $Beq_2$ ,  $Mgq_2$ ,  
oder  $Al(qa)_3$ ,  $Ga(qa)_3$ ,  $In(qa)_3$ ,  $Zn(qa)_2$ ,  $Be(qa)_2$ ,  $Mg(qa)_2$  wobei  
(qa) für

5

10

15

20

25

30

35

40

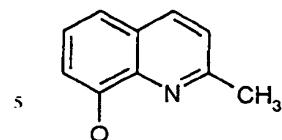
45

50

55

60

65



sicht

Es können auch Metallkomplexe eingesetzt werden, die über unterschiedliche Reste verfügen. Beispiele für derartige

10 Verbindungen sind  $\text{Alq}_2\text{OR}$ ,  $\text{Gaq}_2\text{OR}$ ,  $\text{Al}(\text{qa})_2\text{OR}$ ,  $\text{Ga}(\text{qa})_2\text{OR}$ ,  $\text{Alqa}_2\text{OCOR}$ ,  $\text{Ga}(\text{qa})_2\text{OCOR}$ ,  $\text{Alq}_2\text{X}$  und  $\text{Gaq}_2\text{X}$  sowie  $\text{Al}(\text{qa})_2\text{X}$  und  $\text{Ga}(\text{qa})_2\text{X}$  wobei X für Halogen steht und wobei R für jeweils gegebenenfalls substituiertes Alkyl, Aryl, Arylalkyl und Cycloalkyl stehen, vorzugsweise für jeweils gegebenenfalls durch Halogen und/oder Cyano substituiertes  $\text{C}_1\text{-C}_{12}\text{-Alkyl}$ , insbesondere  $\text{C}_1\text{-C}_8\text{-Alkyl}$ ,  $\text{C}_4\text{-C}_8\text{-Cycloalkyl}$ , insbesondere Cyclopentyl oder Cyclohexyl, Aryl mit 6 bis 20 C-Atomen, insbesondere Phenyl, Naphthyl, Phenyl- $\text{C}_1\text{-C}_4\text{-alkyl}$ , wobei die cyclischen und aromatischen Reste auch  $\text{C}_1\text{-C}_4\text{-alkylsubstituiert}$  sein können.

Die Kohlenstoffketten sind jeweils geradkettig oder verzweigt.

Eine Zusammenstellung geeigneter Metallkomplexe und elektronenleitender Verbindungen ist in EP-A 525 739, EP-A 579 151 und EP-A 757 088 wiedergegeben. Herstellungsverfahren sind beispielsweise in US-A 4 769 292 beschrieben.

20 Es können auch Mischungen unterschiedlicher Metallkomplexe eingesetzt werden.

Als Binder B) können Polymere und/oder Copolymere wie z. B. Polycarbonate, Polyestercarbonate, Polystyrol, Poly- $\alpha$ -methylstyrol, Copolymere des Styrols wie SAN oder Styrolacrylate, Polysulfone, Polymerisate auf Basis von Vinylgruppen-haltigen Monomeren wie z. B. Poly(meth)acrylate, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylcarbazol, Vinylacetat- und Vinylalkoholpolymere und -copolymere, Polyolefine, cyclische Olefincopolymeren, Phenoxyharze usw. eingesetzt werden. Es können auch Mischungen verschiedener Polymere eingesetzt werden. Die polymeren Binder B) weisen Molekulargewichte von 1 000 bis 200 000 g/mol auf, sind löslich und filmbildend und sind im sichtbaren Spektralbereich transparent. Sie sind z. B. beschrieben in Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed. bei A. Wiley-Interscience publication.

Die Komponenten können aber auch in separaten Schichten angeordnet sein.

30 Die einzelnen Zonen des elektrolumineszierenden Elements können entweder aus einer Lösung oder durch Deposition aus der Gasphase oder einer Kombination beider Verfahren abgeschieden werden.

Zur Herstellung des Schichtaufbaus werden beispielsweise in einem geeigneten Lösemittel gelöst und durch Gießen, Rakeln, Drucken oder spincoating auf eine geeignete Unterlage aufgebracht. Dabei kann es sich z. B. um Glas oder ein Kunststoffmaterial handeln, das mit einer gegebenenfalls transparenten Elektrode versehen ist. Als Kunststoffmaterial kann z. B. eine Folie aus Polycarbonat, Polyester wie Polyethylenterephthalat oder Polyethylennaphthalat, Polysulfon oder Polyvinyl eingesetzt werden.

Als transparente und semitransparente Elektroden sind geeignet

40 a) Metalloxide, z. B. Indium-Zinn-Oxid (ITO), Zinnoxid (NEA), Zinkoxid, dotiertes Zinnoxid, dotiertes Zink-oxid, etc.,  
b) semitransparente Metallfilme, z. B. Au, Pt, Ag, Cu etc.,  
c) leitfähige Polymerfilme wie Polyaniline, Polythiophene, etc.

45 Die Metalloxid- und die semitransparenten Metallfilmelektroden werden durch Techniken wie Aufdampfen, Aufspüren, Platinierung, etc., in dünner Schicht aufgebracht. Die leitfähigen Polymerfilme werden durch Techniken wie Spin-coaten, Casting, Rakeln, Drucken etc. aus der Lösung aufgebracht.

Die Dicke der transparenten bzw. semitransparenten Elektrode beträgt 3 nm bis etwa mehrere  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 10 nm bis 500 nm.

In einer bevorzugten Anordnung wird das elektrolumineszierende Element direkt auf die Anode aufgebracht. In einer alternativen Ausführungsform kann das elektrolumineszierende Element auf den mit einer Katiode versehenen Träger aufgebracht werden.

Die Dicke des elektrolumineszierenden Elements beträgt im allgemeinen 10 nm bis 5 µm, vorzugsweise 20 nm bis 1 µm, besonders bevorzugt 50 nm bis 600 nm.

55 Eine Zusammenstellung von geeigneten ladungstransportierenden Zwischenschichten, bei denen es sich um loch- und/oder elektronenleitenden Materialien handeln kann, die in polymerer oder niedermolekularer Form gegebenenfalls als Blend verliegen können, ist in EP-A 532 798 aufgeführt.

Der Gehalt an niedermolekularen Verbindungen - lochinjizierende, lochtransportierende, elektrolumineszierende, elektronenleitende und elektroneninjizierende Substanzen - in einem polymeren Binder ist im allgemeinen im Bereich von 2 bis 97 Gew.-% varierbar; bevorzugt beträgt der Gehalt 5 bis 95 Gew.-%, besonders bevorzugt 10 bis 90 Gew.-%.

60 insbesondere 10 bis 85 Cew.-%.

Es ist auch möglich, emittierende und/oder elektronenleitende Substanzen in einer separaten Schicht auf die lochleitende Schicht mit der Komponente A aufzubringen. Dabei kann eine emittierende Substanz auch der die Verbindung A enthaltende Schicht vorgelegt ("Drauflegen") oder direkt in die Schicht A eingeschlossen werden. V

# DE 198 12 258 A 1

elektrolumineszierende Substanz kann auch der elektroneninjizierenden bzw. elektronenleitenden Schicht zugesetzt werden.

Der Gehalt an niedermolekularen Elektronenleitern im polymeren Binder ist im Bereich von 2 bis 95 Gew.-% varierbar; bevorzugt beträgt der Gehalt 5 bis 90 Gew.-%, besonders bevorzugt 10 bis 85 Gew.-%. Filmbildende Elektronenleiter können auch in reiner Form (100%ig) eingesetzt werden.

Die Gegenelektrode zu der sich auf dem Träger befindlichen Elektrode besteht aus einer leitfähigen Substanz, die gegebenenfalls transparent ist, enthält vorzugsweise Metalle, z. B. Ca, Al, Au, Ag, Mg, In, etc. oder Legierungen und Metalloxide, leitfähige Polymere die durch Techniken wie z. B. Aufdampfen, Aufspittern, Platinierung, Drucken, Gießen oder Rakeln aufgebracht werden können.

Die erfindungsgemäße Anordnung wird durch zwei elektrische Zuführungen (z. B. Metalldrähte) mit den beiden Elektroden in Kontakt gebracht.

Die Anordnungen emittieren beim Anlegen einer Gleichspannung im Bereich von 0,1 bis 100 Volt Licht der Wellenlänge von 200 bis 2 000 nm.

Die erfindungsgemäßen Anordnungen sind zur Herstellung von Einheiten zur Beleuchtung und zur Informationsdarstellung geeignet.

## Beispiele

### Beispiel 1

Beim erfindungsgemäßen Aufbau einer organischen Leuchtdiode (OLED) wird folgendermaßen vorgegangen:

#### 1. Reinigung des ITO-Substrats

ITO-beschichtetes Glas (Merck Balzers AG, Fürstenberg Lichtenstein, Part. No. 253 674 X0) wird in 50 mm x 50 mm große Stücke (Substrate) geschnitten. Die Substrate werden anschließend in 3%iger wässriger Mukasollösung im Ultraschallbad 15 min lang gereinigt. Danach werden die Substrate mit destilliertem Wasser gespült und in einer Zentrifuge trocken geschleudert. Dieser Spül- und Trockenvorgang wird 10 mal wiederholt.

#### 2. Aufbringen der Baytron® P-Schicht auf das ITO

Etwa 10 ml der ca. 1,2%igen Poly(ethylendioxythiophen)Polysulphonsäure-Lösung (BAYER AG, Leverkusen, Deutschland, Baytron® P) werden filtriert (Millipore HV, 0,45 µm). Das Substrat wird anschließend auf eine Lackschleuder gelegt und die filtrierte Lösung wird auf der ITO-beschichteten Seite des Substrats verteilt. Anschließend wird die überstehende Lösung durch Rotation des Tellers bei 500 U/min über den Zeitraum von 3 min abgeschleudert. Danach wird das so beschichtete Substrat 5 min lang bei 110°C auf einer Heizplatte getrocknet. Die Schichtdicke beträgt 60 nm (Tencor, Alphastep 200).

#### 3. Aufbringen der lochleitenden Schicht

5 ml einer 1,5%igen Dichlorethanlösung aus 1 Gew.-Teil Polyvinylcarbazol (PVK) (BASF, Ludwigshafen, Deutschland, Luvican) und 2 Gew.-Teile des Amins A werden filtriert (Millipore HV, 0,45 µm) und auf der getrockneten Baytron P Schicht verteilt. Anschließend wird die überstehende Lösung durch Rotation des Tellers bei 800 U/min 50 sec. lang abgeschleudert. Danach wird das so beschichtete Substrat 5 min lang bei 110°C auf einer Heizplatte getrocknet. Die Gesamtschichtdicke beträgt 150 nm.

#### 4. Aufbringen der lichtemittierenden/elektroneninjizierenden Schicht

5 ml einer 1,5%igen Methanolösung aus dem Metallkomplex 1 werden filtriert (Millipore HV, 0,45 µm) und auf der getrockneten lochleitenden Schicht verteilt. Anschließend wird die überstehende Lösung durch Rotation des Tellers bei 400 U/min 30 sec. lang abgeschleudert. Danach wird das so beschichtete Substrat 5 min lang bei 110°C auf einer Heizplatte getrocknet. Die Gesamtschichtdicke beträgt 200 nm.

#### 5. Aufdampfen der Metallkathode

Auf das organische Schichtsystem wird eine Metallelektrode gedampft. Dazu wird das Substrat mit dem organischen Schichtsystem nach unten auf eine Lochmaske (Lochdurchmesser 5 mm) gelegt. Aus zwei Aufdampfschiffchen werden bei einem Druck von  $10^{-3}$  Pa parallel die Elemente Mg und Ag verdampft. Die Aufdampfraten betragen für Mg: 28 Å/sec und für Ag: 2 Å/sec. Die Dicke der aufgedampften Metallkontakte beträgt 500 nm.

Die beiden Elektroden der organischen LED werden über elektrische Zuführungen mit einer Spannungsquelle verbunden. Der positive Pol ist mit der ITO-Elektrode, der negative Pol ist mit der MgAg-Elektrode verbunden.

Bereits ab einer Spannung von 3 Volt lässt sich mit einer Photodiode (IG & G C308091) Elektrolumineszenz nachweisen. Bei einer Spannung von 10 Volt fließt ein Flächenstrom von 35 nA/cm<sup>2</sup> und die Elektrolumineszenz ist gut sichtbar. Die Farbe der Elektrolumineszenz ist grün-blau.

### Beispiel 2

Vorgehen beim erfindungsgemäßen Aufbau einer OLED wie in Beispiel 1, mit folgendem Unterschied:

5 ml einer 1,0%igen Methanolösung bestehend aus 1 Gew.-Teil Metallkomplex 1 und 0,02 Gew.-Teile Fluoreszenzfarbstoff 1 werden filtriert (Millipore HV, 0,45 µm) und auf der getrockneten lochleitenden Schicht verteilt. Anschließend wird die überstehende Lösung durch Rotation des Tellers bei 400 U/min 30 sec lang abgeschleudert. Danach wird das so beschichtete Substrat 5 min lang bei 110°C auf einer Heizplatte getrocknet.

Ab einer Spannung von 3 Volt lässt sich mit einer Photodiode (IG & G C308091) Elektrolumineszenz nachweisen. Bei einer Spannung von 10 Volt fließt ein Flächenstrom von 180 nA/cm<sup>2</sup> und die Elektrolumineszenz ist gut sichtbar. Die

# DE 198 12 258 A 1

Farbe der Elektrolumineszenz ist grün-blau.

## Beispiel 3

5 Vorgehen beim erfindungsgemäßen Aufbau einer OLED wie in Beispiel 1, mit folgendem Unterschied:

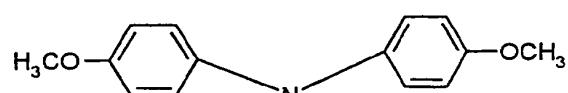
– 5 ml einer 1,0%igen Methanolösung Metallkomplex 2 werden filtriert (Millipore HV, 0,45 µm) und auf der getrockneten lochleitenden Schicht verteilt. Anschließend wird die überstehende Lösung durch Rotation des Tellers bei 250 U/min 40 sec lang abgeschleudert. Danach wird das so beschichtete Substrat 5 min lang bei 110°C auf einer Heizplatte getrocknet.

10 Ab einer Spannung von 3 Volt lässt sich mit einer Photodiode (EG & G C30809E) Elektrolumineszenz nachweisen. Bei einer Spannung von 10 Volt fließt ein Flächenstrom von 100 mA/cm<sup>2</sup> und die Elektrolumineszenz ist gut sichtbar. Die Farbe der Elektrolumineszenz ist grün-blau.

15

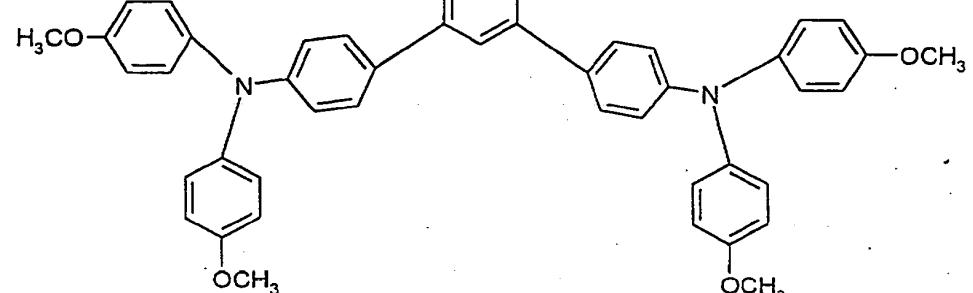
Aniin A

20



25

30



35

40

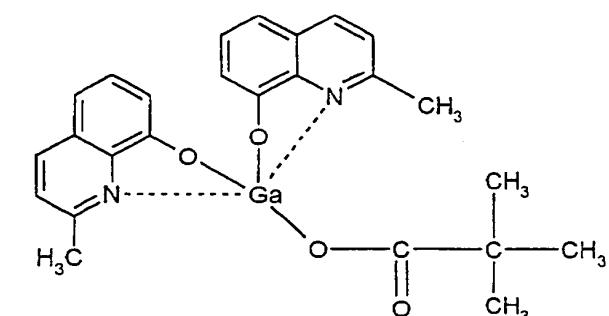
Metallkomplex 1

45

50

55

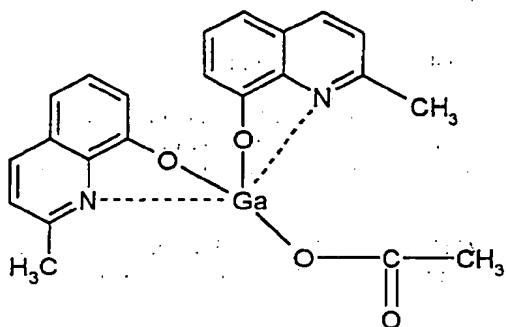
60



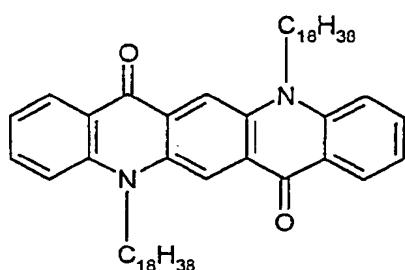
65

# DE 198 12 258 A 1

## Metallkomplex 2



5  
10  
15  
Fluoreszenzfarbstoff F



20  
25  
30  
(Chinacridon)

## Beispiel 4

### Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>OP</sup> (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1.2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 70 nm.

Lochleitende Schicht: Polystyrol von Aldrich, 89555 Steinheim, Deutschland, Artikel-Nr. 18, 242-7) (PS) + Amin A (1 : 1) aus Lösungsmittel Dichlorethan, 1%ige Lösung aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 60 nm.

Elektroleitende Schicht: Alq<sub>3</sub> aufgedampft ca. 60 nm bei einem Druck von 10<sup>-6</sup> mbar. Polystyrol von Aldrich, 89555 Steinheim, Deutschland, Artikel-Nr. 18, 242-7)

Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.

Bei einer Spannung von 9 Volt fließt ein Strom von 21 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 290 Cd/m<sup>2</sup>.

## Beispiel 5

### Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>OP</sup> (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1.2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 70 nm.

Lochleitende Schicht: PS + Amin A (1 : 2) aus Lösungsmittelgemisch Cyclohexan/THF (Tetrahydrofuran) (1 : 10), 1%ige Lösung aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 60 nm.

Elektronenleitende Schicht: Metallkomplex 3, 1%ig aus Methanol bei 300 U/min aufgeschleudert, Schichtdicke ca. 30 nm.

Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.

Bei einer Spannung von 7 Volt fließt ein Strom von 17 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 210 Cd/m<sup>2</sup>.

Lichtemission: blaugrün

## Beispiel 6

### Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>OP</sup> (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1.2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 70 nm.

Lochleitende Schicht: PVK + Amin A (1 : 4) dotiert mit Rubren, 2.5% bezogen auf Feststoffanteil aus Lösungsmittel Dichlorethan, 1%ige Lösung aufgeschleudert bei 800 U/min, Schichtdicke ca. 60 nm. (PVK = Polyvinylcarbazol/Luvican EP, BASF AG, Ludwigshafen, Deutschland).

# DE 198 12 258 A 1

Elektroleitende Schicht: Alq<sub>3</sub> aufgedampft ca. 60 nm bei einem Druck von 10e-6 mbar.  
Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition). Schichtdicke ca. 200 nm.

Lichtemission: gelb

Bei einer Spannung von 9 Volt fließt ein Strom von 54 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 1200 Cd/m<sup>2</sup>.

5

## Beispiel 7

Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

10 Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>®</sup>P (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1,2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 70 nm.

Lochleitende Schicht: PS + Amin A (1 : 2) aus Lösungsmittelgemisch Cyclohexan/THF (1 : 10), 1%ige Lösung aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 60 nm.

15 Elektronenleitende Schicht: Metallkomplex 3, 1%ig aus Methanol bei 300 U/min aufgeschleudert, Schichtdicke ca. 30 nm.

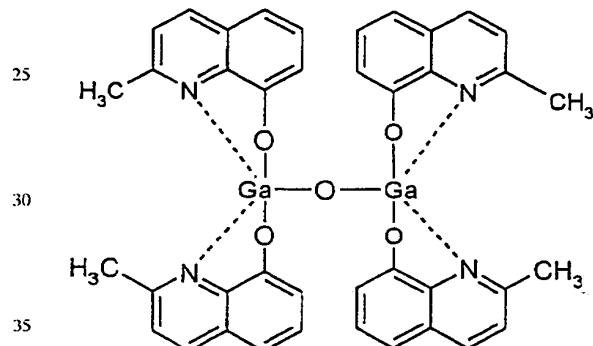
Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.

Bei einer Spannung von 9 Volt fließt ein Strom von 21 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 212 Cd/m<sup>2</sup>.

Lichtemission: blaugrün

20

## Metallkomplex 3:



## Beispiel 8

40

Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>®</sup>P (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 70 nm.

45 Lochleitende Schicht: PVK + Amin A (1 : 2) aus Lösungsmittelgemisch Cyclohexan/THF (1 : 10), 1%ige Lösung aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 60 nm.

Elektronenleitende Schicht: Alq<sub>3</sub> aufgedampft ca. 60 nm bei einem Druck von 10e-6 mbar.

Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.

Bei einer Spannung von 8 Volt fließt ein Strom von 30 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 500 Cd/m<sup>2</sup>.

50

## Beispiel 9

Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

55 Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>®</sup>P (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1,2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 70 nm.

Lochleitende Schicht: PVK + Amin B (1 : 1) aus Lösungsmittel Dichlorethan, 1%ige Lösung, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 60 nm.

Elektronenleitende Schicht: Alq<sub>3</sub> aufgedampft ca. 60 nm bei einem Druck von 10e-6 mbar.

60 Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.

Bei einer Spannung von 14 Volt fließt ein Strom von 55 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 521 Cd/m<sup>2</sup>.

## Beispiel 10

65

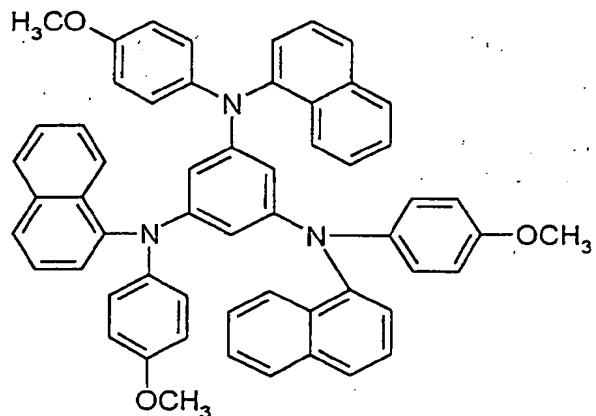
Substrat: Baltracon 255 (Firma Balzers)

Lochinjizierende Schicht: Baytron<sup>®</sup>P (Bayer AG, Leverkusen) ca. 1,2%ige Lösung, Lösemittel H<sub>2</sub>O, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 70 nm.

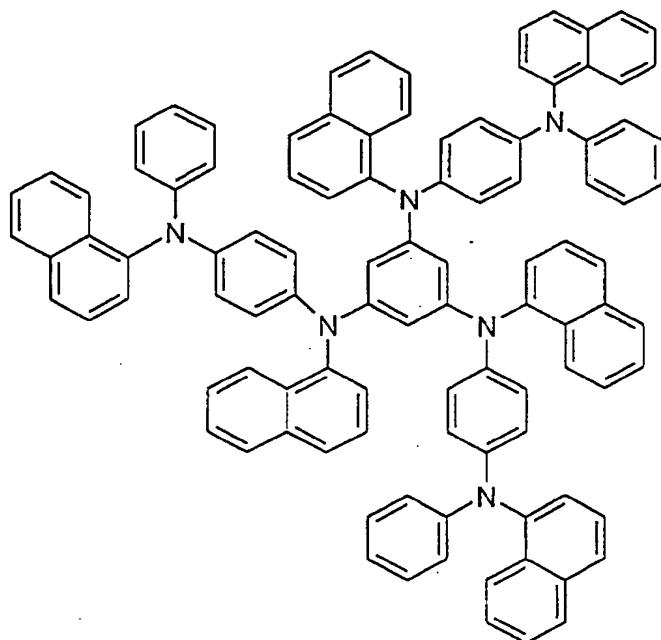
# DE 198 12 258 A 1

Lochleitende Schicht: PVK + Amin C (1 : 1) aus Lösungsmittel Dichlorethan, 1%ige Lösung, aufgeschleudert bei 800 U/min. Schichtdicke ca. 60 nm.  
 Elektronenleitende Schicht: Metallkomplex 3, 1%ig aus Methanol bei 300 U/min aufgeschleudert, Schichtdicke ca. 30 nm.  
 Kathode: MgAg (10 : 1) aufgedampft (Kodeposition), Schichtdicke ca. 200 nm.  
 Bei einer Spannung von 11 Volt fließt ein Strom von 29 mA/cm<sup>2</sup>; die Lichtintensität beträgt 315 Cd/m<sup>2</sup>.  
 Lichtemission: blaugrün

## Amin B



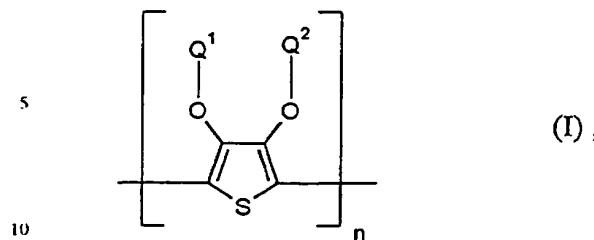
## Amin C



## Patentansprüche

1. Elektrolumineszierende Anordnungen, enthaltend ein Substrat, eine Anode, ein elektrolumineszierendes Element und eine Kathode, wobei wenigstens eine der beiden Elektroden im sichtbaren Spektralbereich transparent bzw. semitransparent ist und das elektrolumineszierende Element der Reihe nach enthalten kann:

Eine lochinjizierende Zone, lochtransportierende Zone, elektrolumineszierende Zone, elektronentransportierende Zone und eine elektroneninjizierende Zone, dadurch gekennzeichnet, daß die lochinjizierende Zone ein neutrales oder kationisches Polythiophen der Formel (I) enthält,



wobei

Q<sup>1</sup> und Q<sup>2</sup> unabhängig voneinander für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, CH<sub>2</sub>OH oder C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Aryl stehen oder

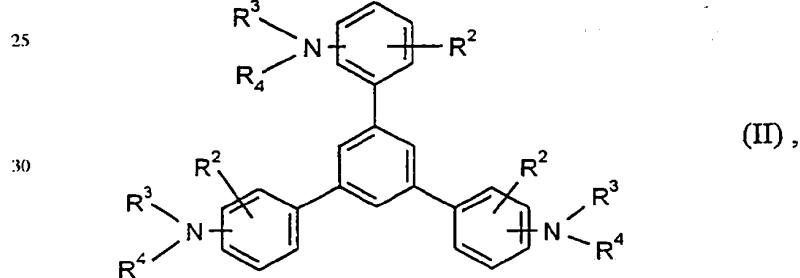
Q<sup>1</sup> und Q<sup>2</sup> zusammen -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-CH<sub>2</sub>- mit m = 0 bis 12, vorzugsweise 1 bis 5, C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Arylen bedeuten, und n für eine ganze Zahl von 2 bis 10000, vorzugsweise 5 bis 5000 steht,

und die an die lochinjizierende Zone angrenzende lochleitende Zone eine oder mehrere aromatische Aminverbin-

dungen.

2. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1, enthaltend einen oder mehrere transparente polymere Binder B.

3. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 und 2, wobei die aromatischen Amine für mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der allgemeinen Formel (II)



in welcher

R<sub>2</sub> für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes Alkyl oder Halogen steht,

R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> unabhängig voneinander für gegebenenfalls substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, Alkoxy carbonyl-substituiertes C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, jeweils gegebenenfalls substituiertes Aryl, Aralkyl oder Cycloalkyl stehen.

40

4. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 3, wobei in Formel (II)

R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> unabhängig voneinander für C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxy carbonyl-C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-alkyl, jeweils gegebenenfalls durch C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl und/oder C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxy substituiertes Phenyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, Naphthyl-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, Phenyl, Naphthyl oder Anthracetyl stehen und

R<sub>2</sub> für Wasserstoff C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl oder Halogen steht und/oder aus folgenden Verbindungen ausgewählt ist:

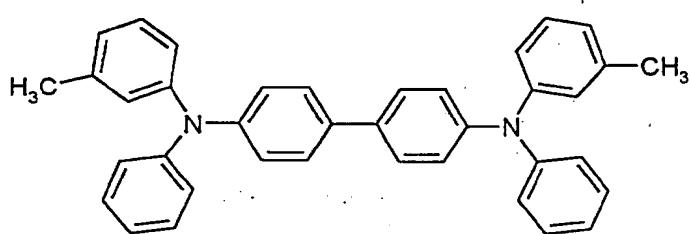
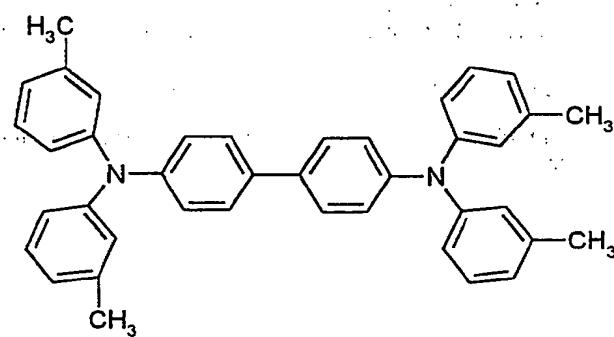
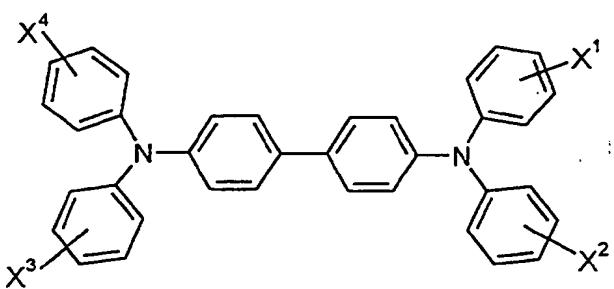
45

50

55

60

65



20

25

30

35

40

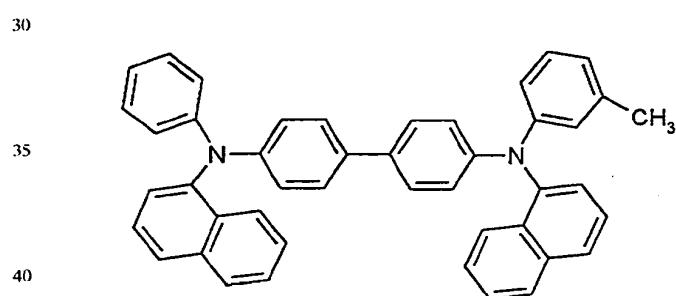
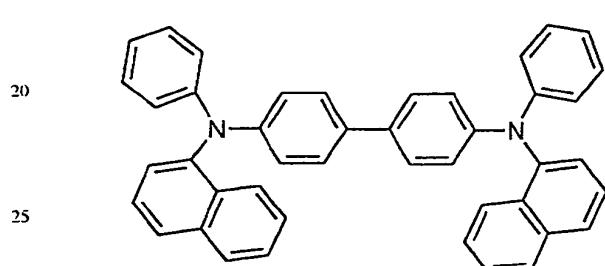
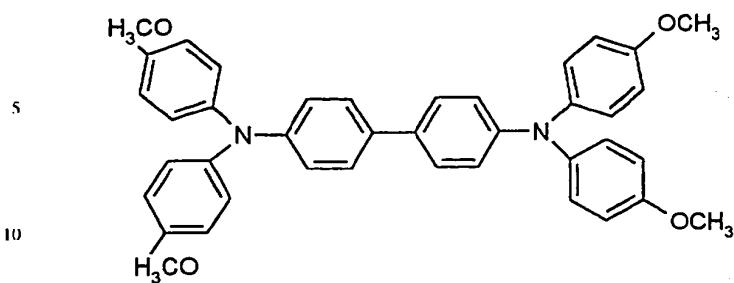
45

50

55

60

65



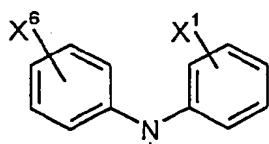
45

50

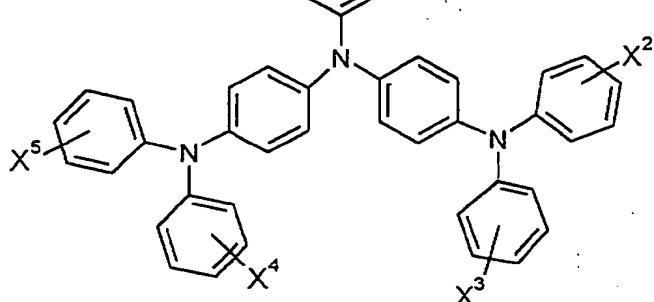
55

60

65



5

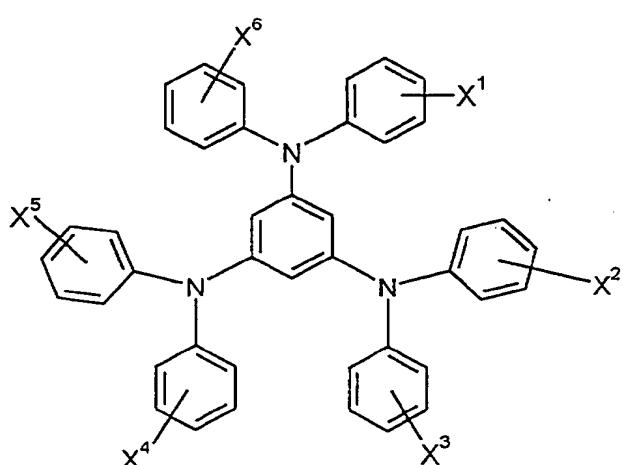


10

15

20

25



30

35

40

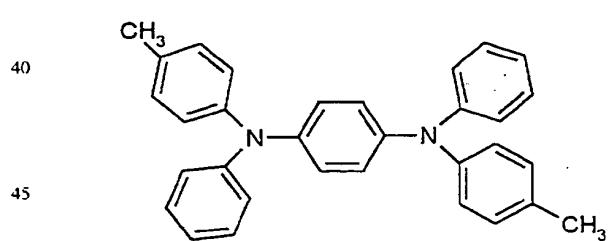
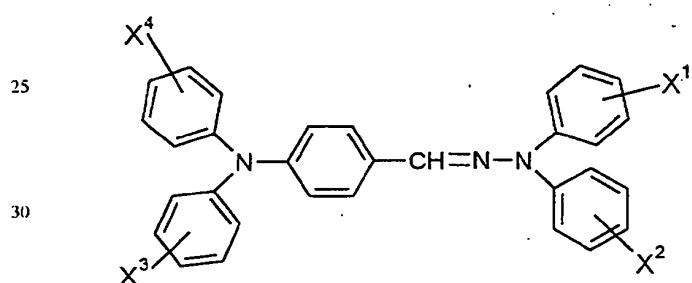
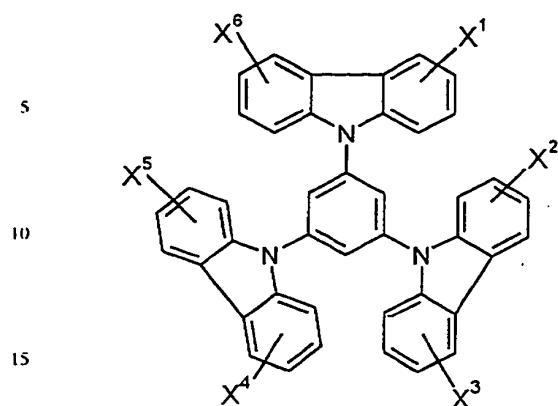
45

50

55

60

65

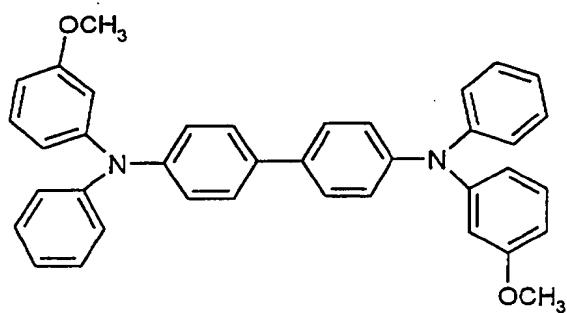


55

60

65

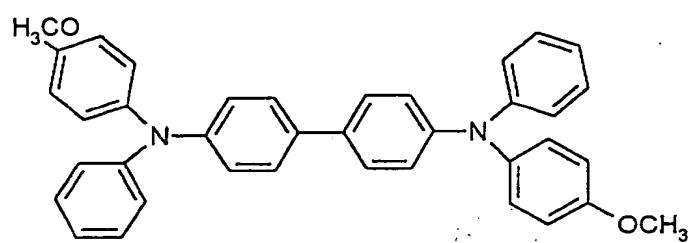
DE 198 12 258 A 1



5

10

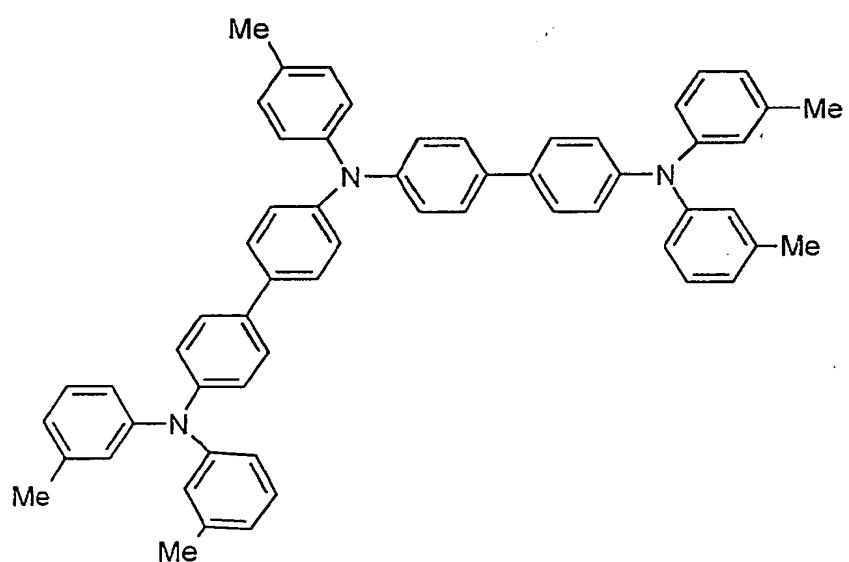
15



20

25

30



35

40

45

50

55

60

65

5

10

15

20

25

30

35

40

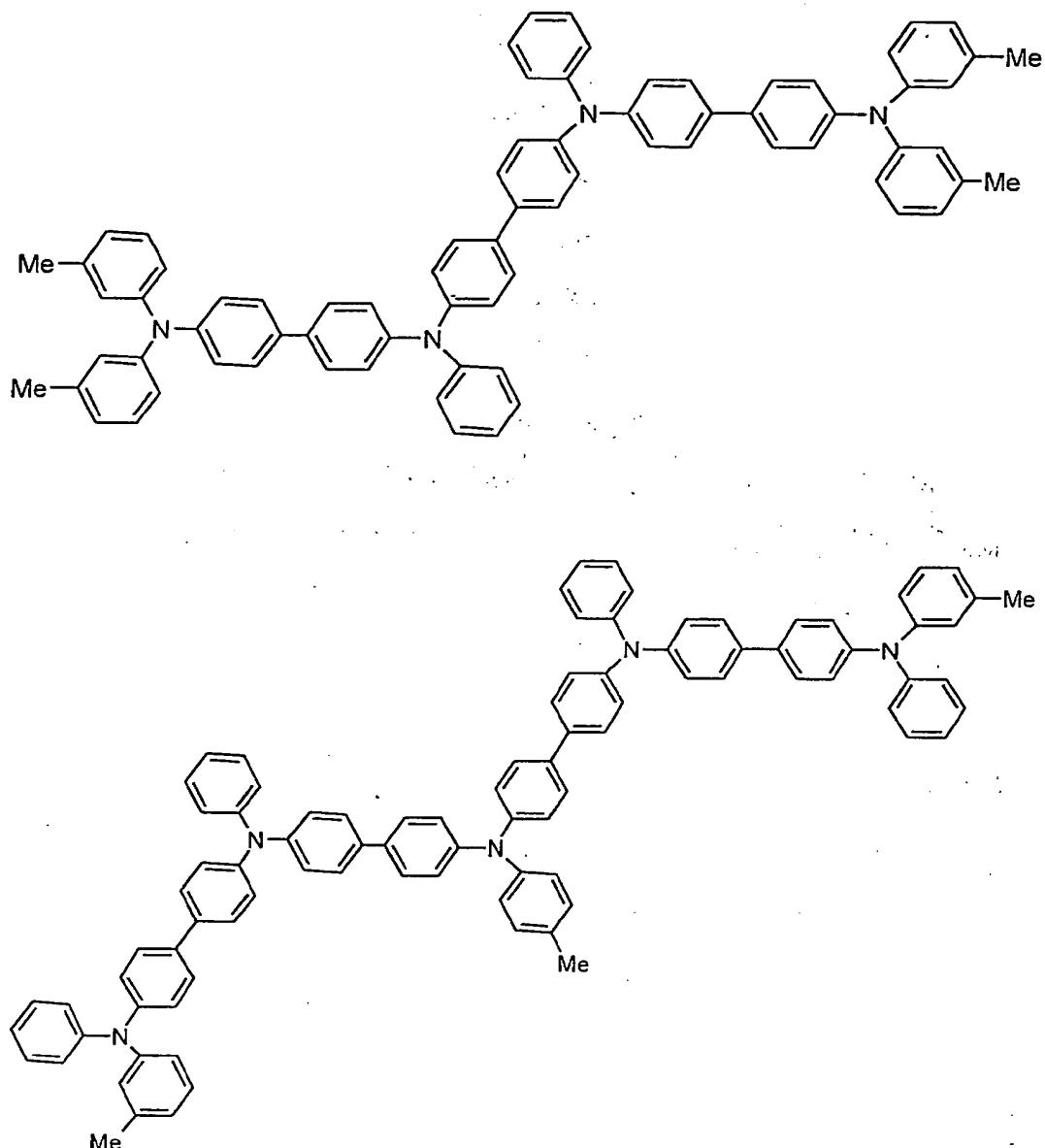
45

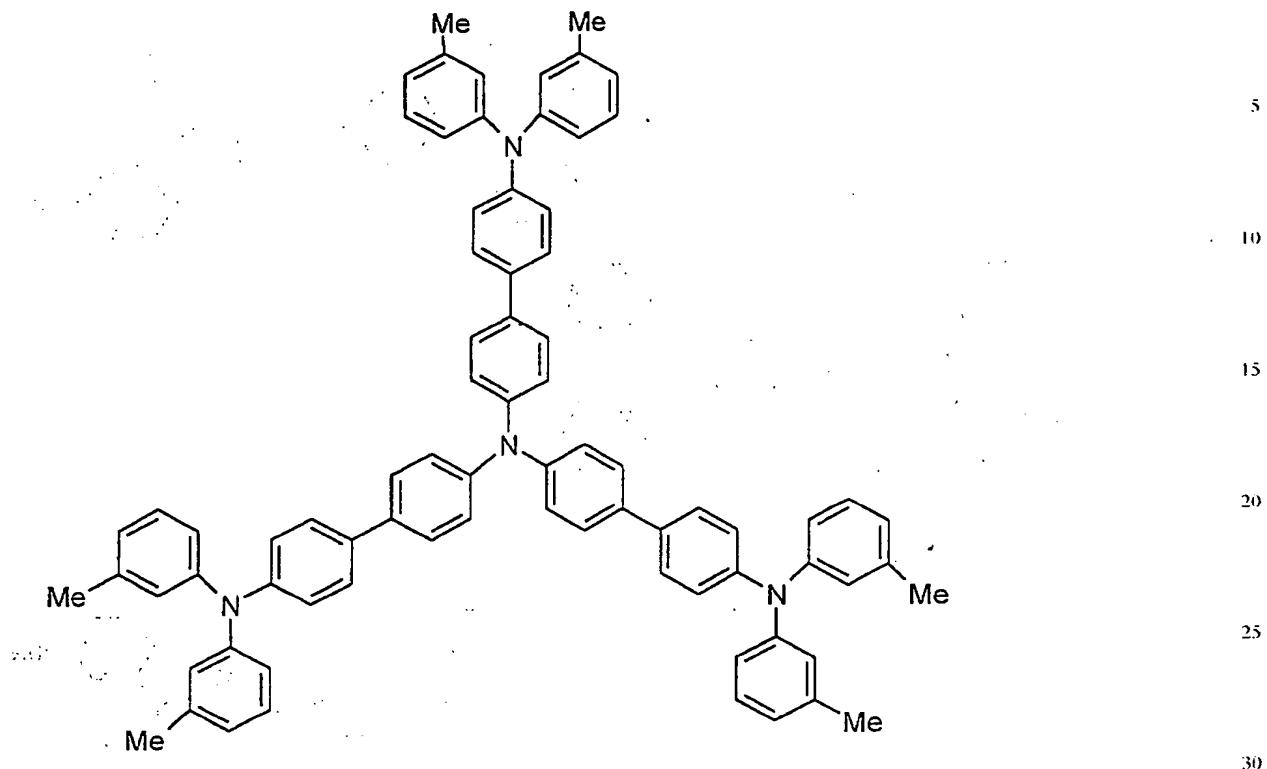
50

55

60

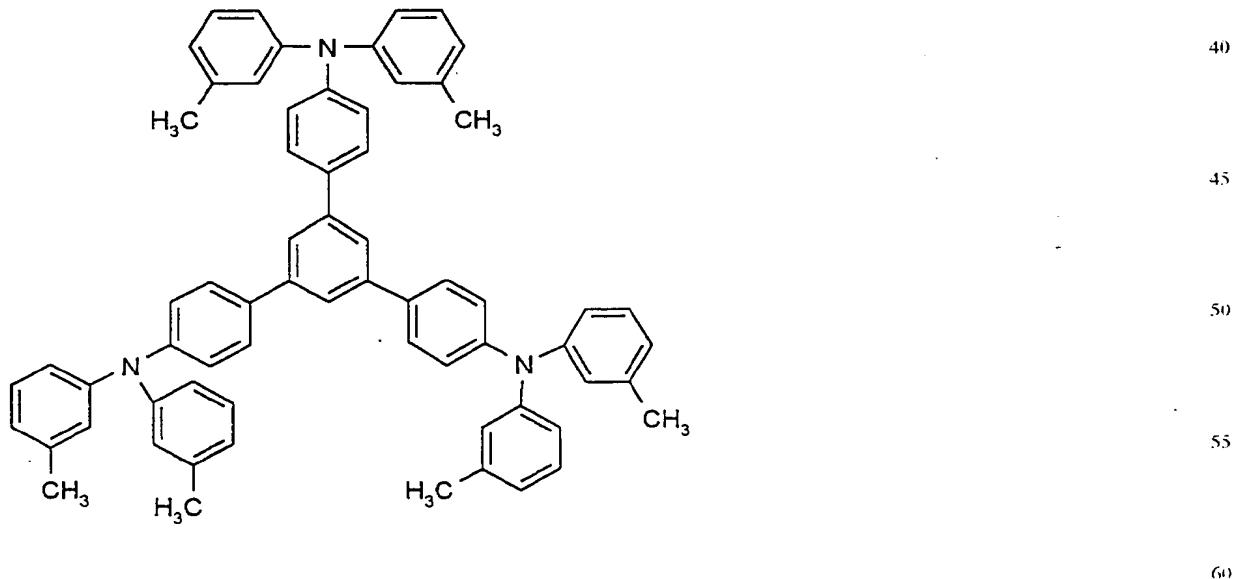
65



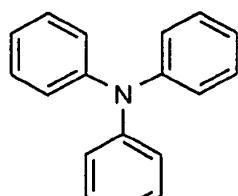


Me = Methyl.

5. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 4, wobei das aromatische Amin ausgewählt ist aus folgenden Verbindungen:



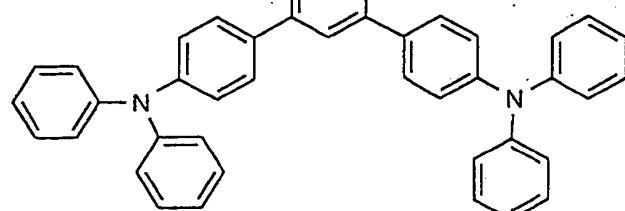
5



10

15

20



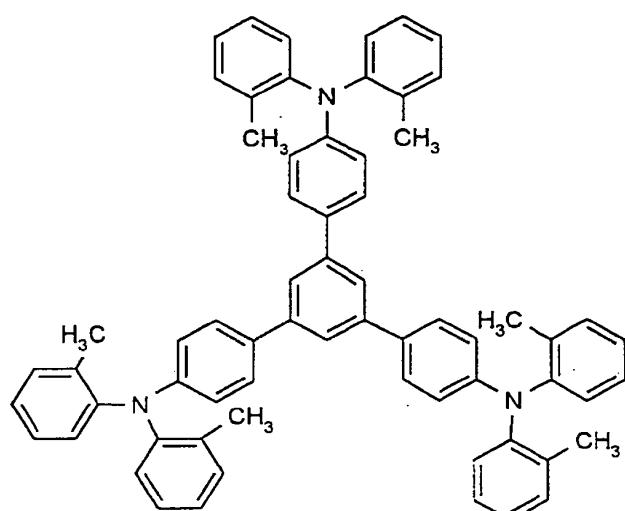
25

30

35

40

45

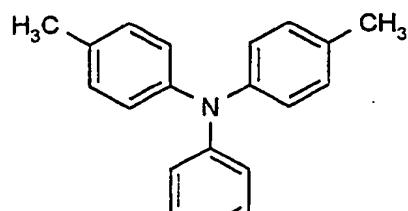


50

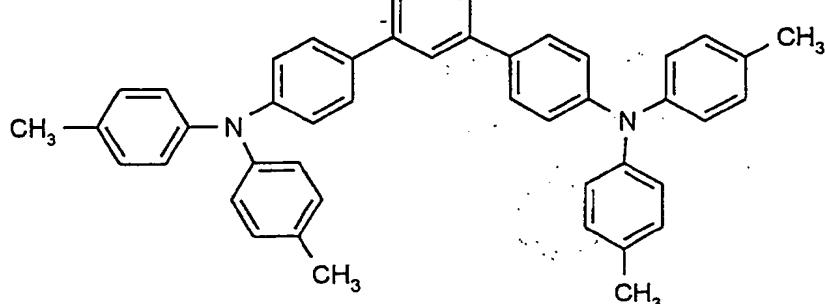
55

60

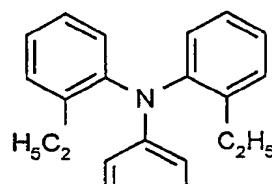
65



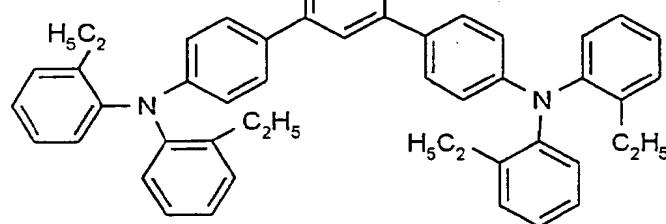
10



30



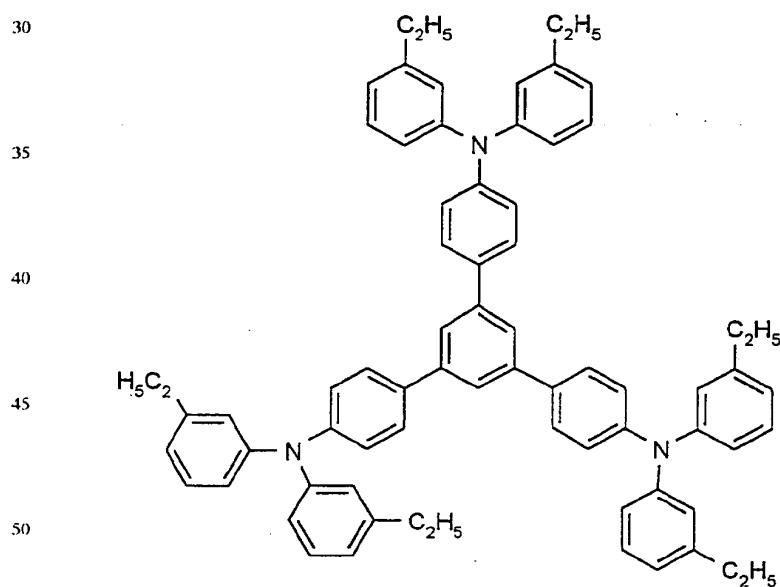
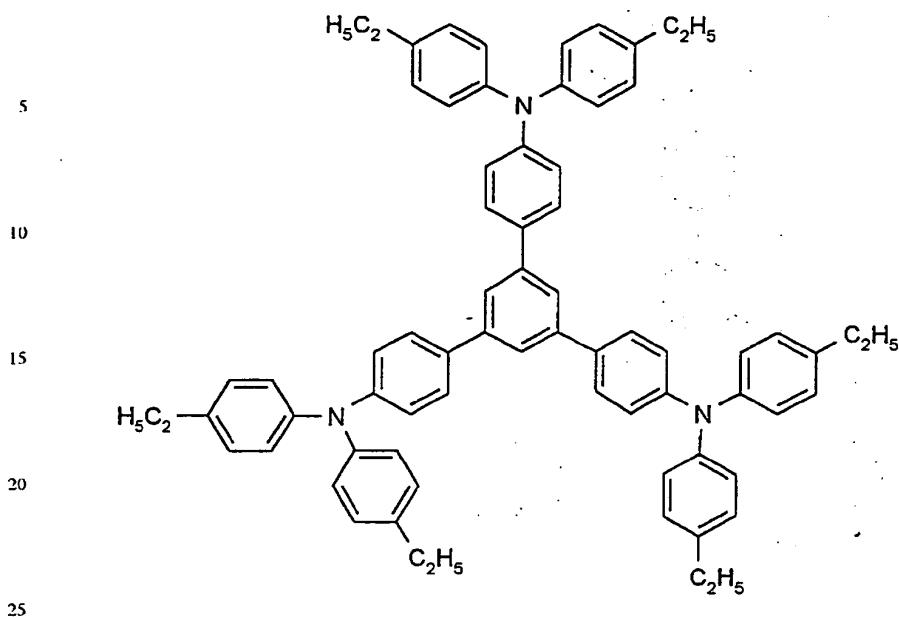
35



55

60

65

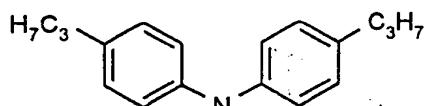


55

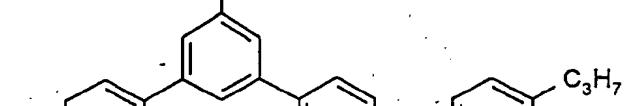
64

65

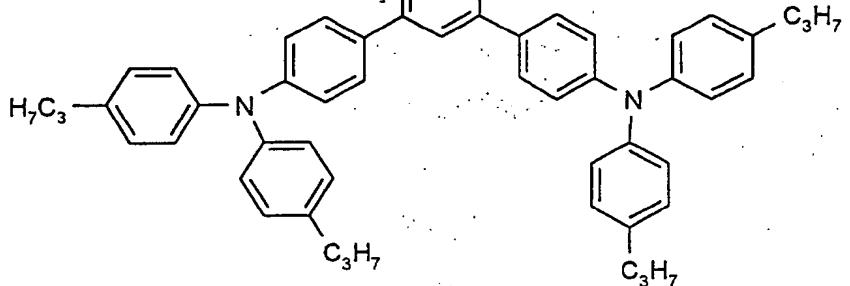
## DE 198 12 258 A 1



10

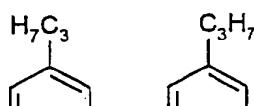


15

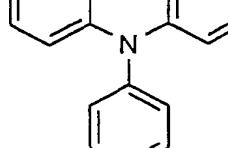


20

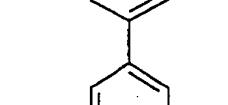
25



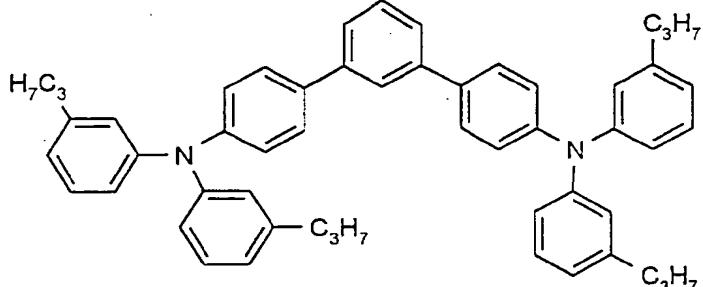
30



35



40



45

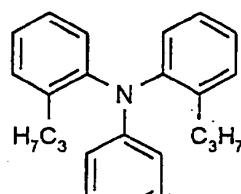
50

55

60

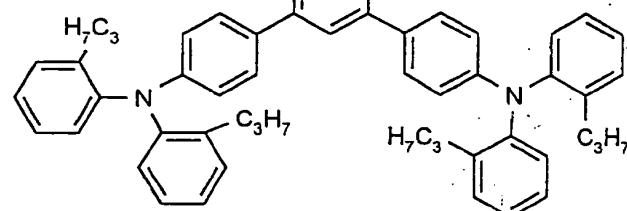
65

5



10

15



20

25

30

35

40

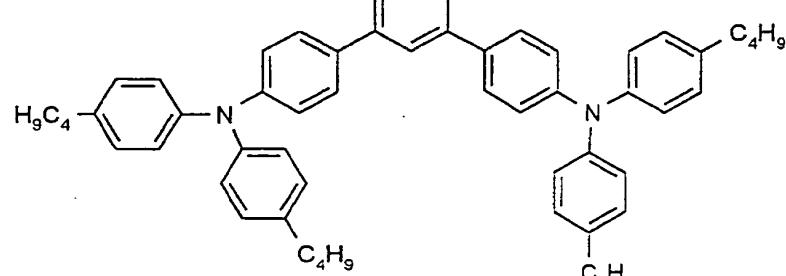
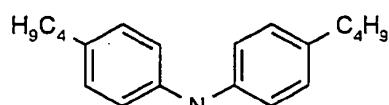
45

50

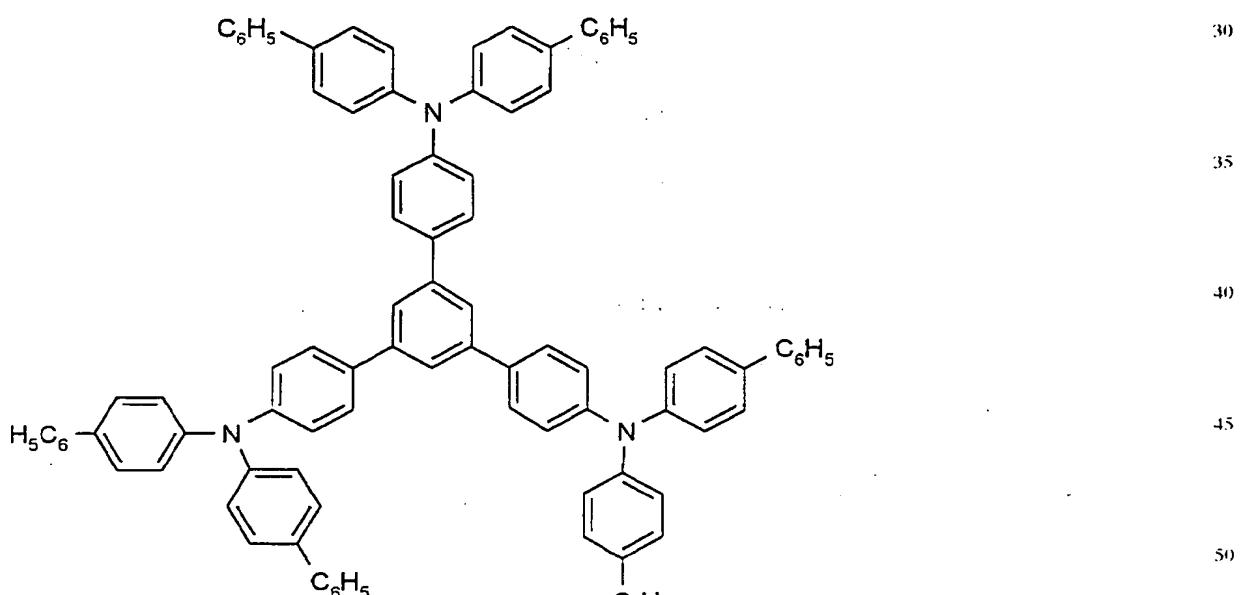
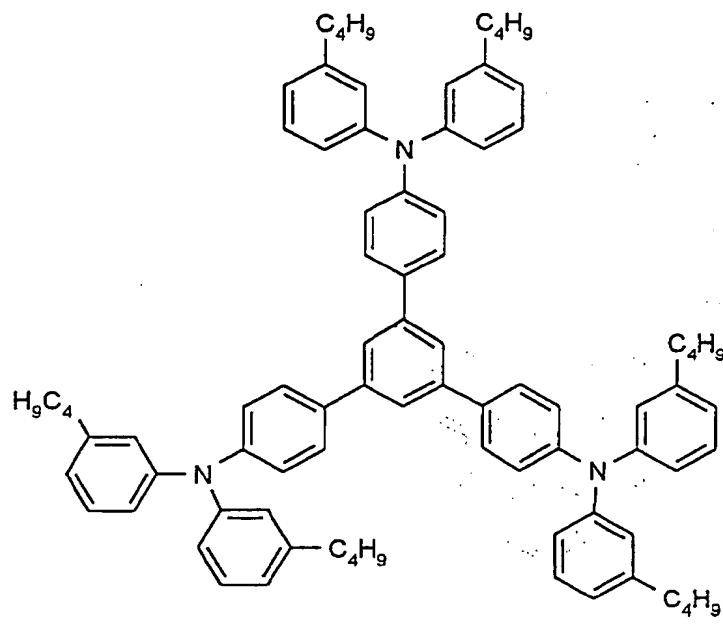
55

60

65



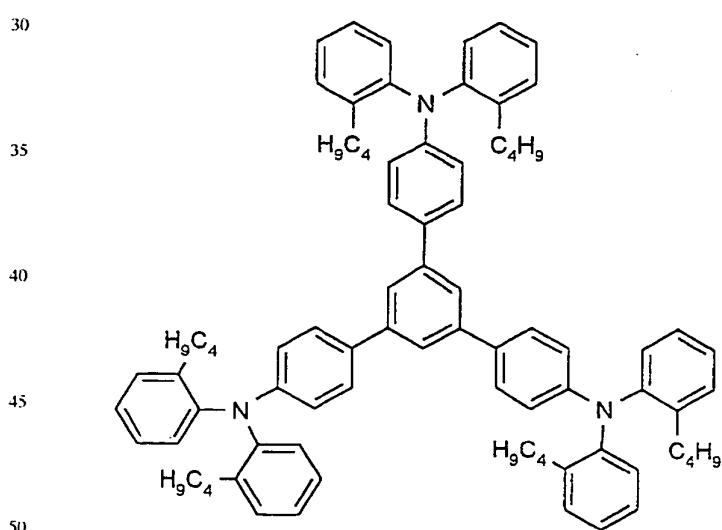
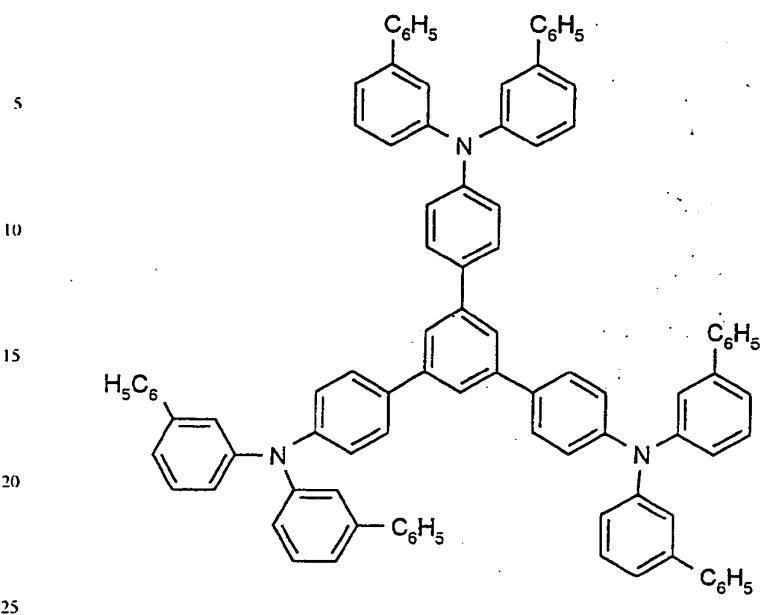
DE 198 12 258 A 1



55

60

65

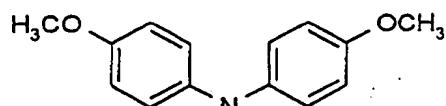


55

60

65

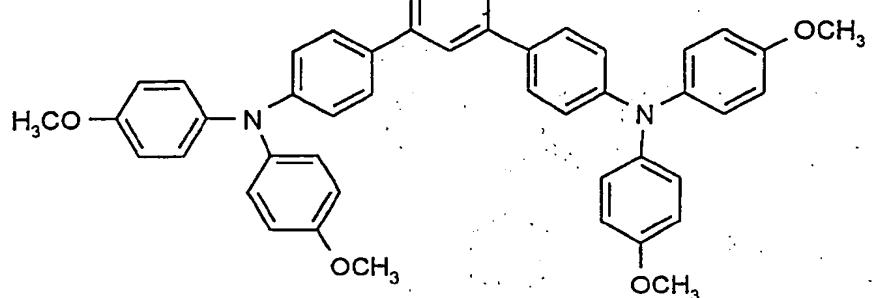
50



5



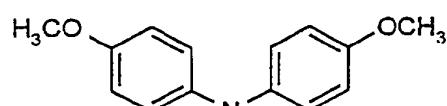
10



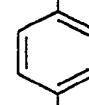
15

20

25



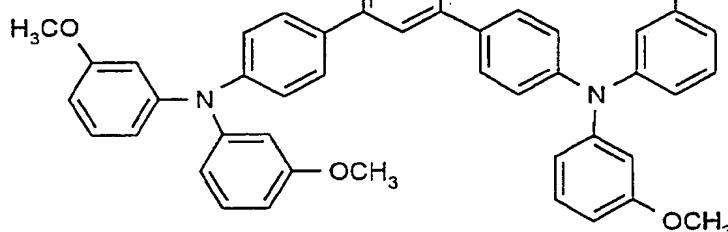
30



35



40



45

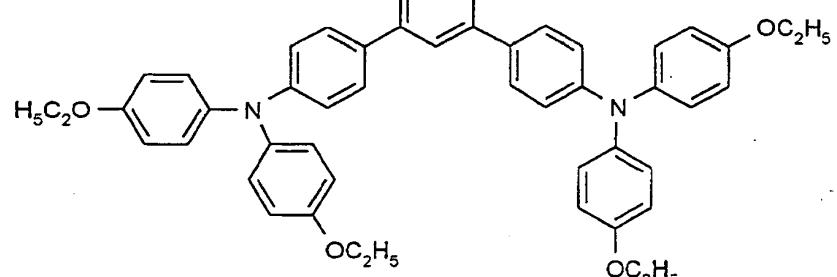
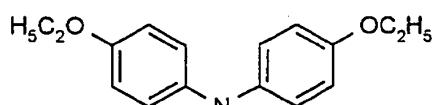
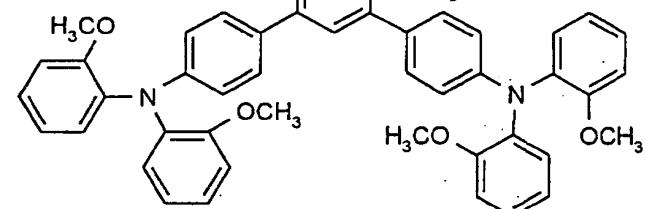
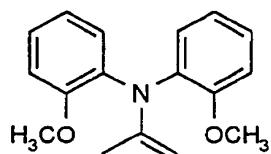
50

55

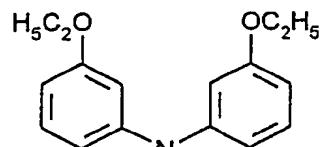
60

65

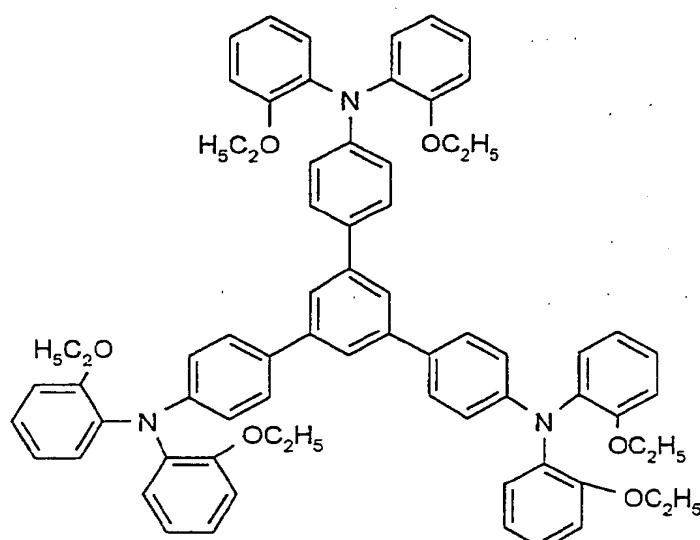
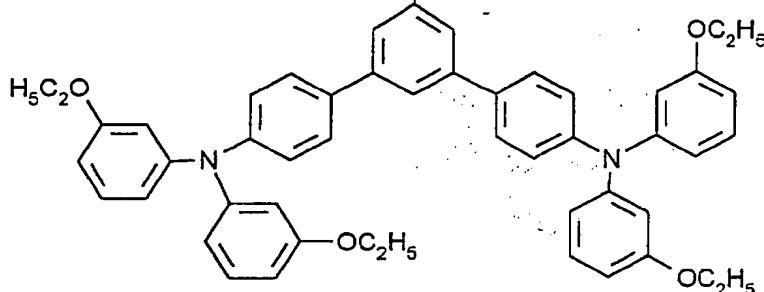
DE 198 12 258 A 1



DE 198 12 258 A 1



10

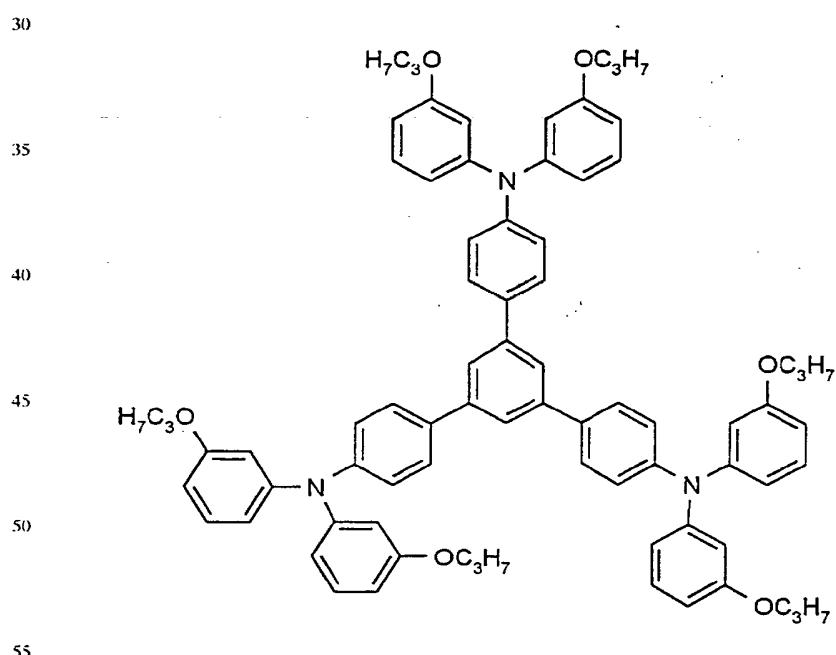
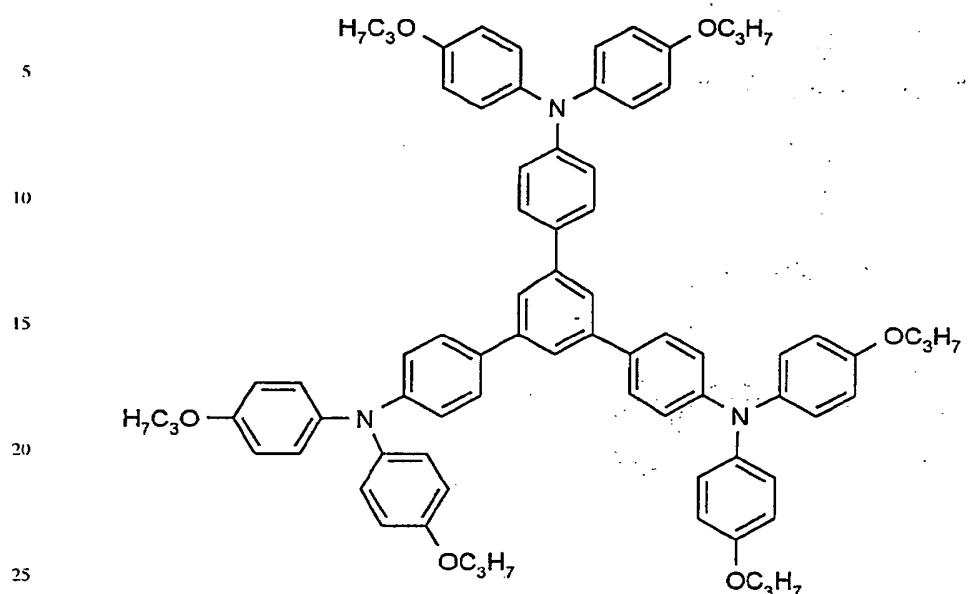


55

60

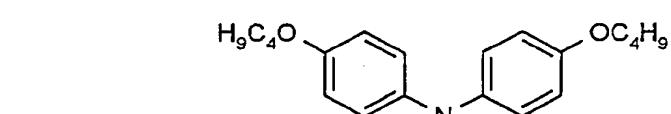
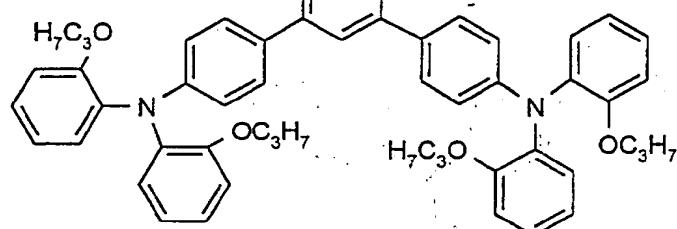
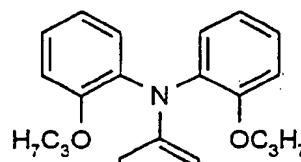
65

DE 198 12 258 A 1



60

65



5

10

15

20

25

30

35

40

45

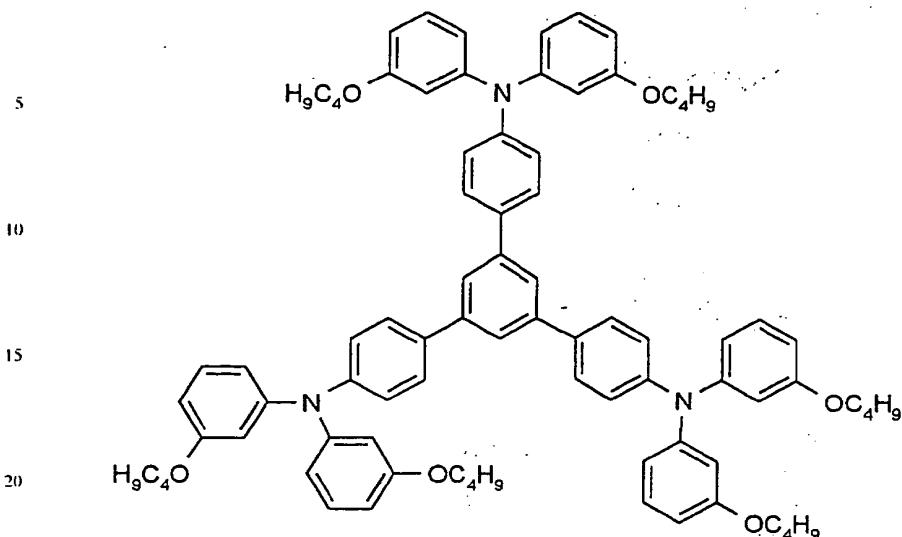
50

55

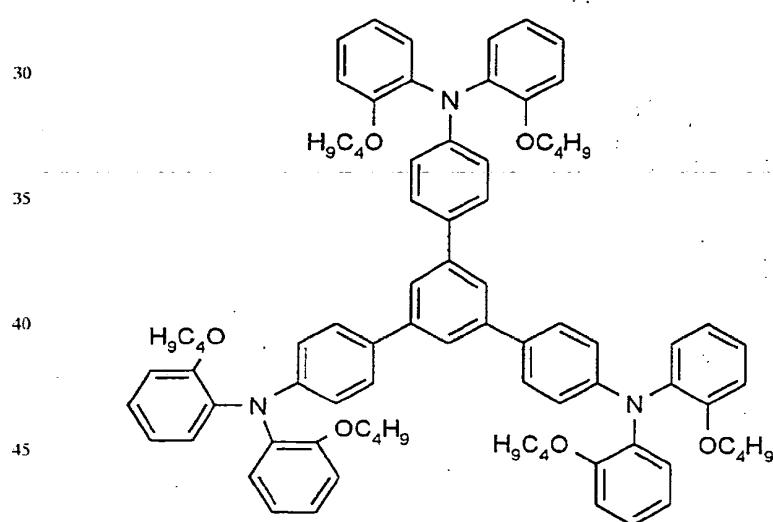
60

65

DE 198 12 258 A 1



25



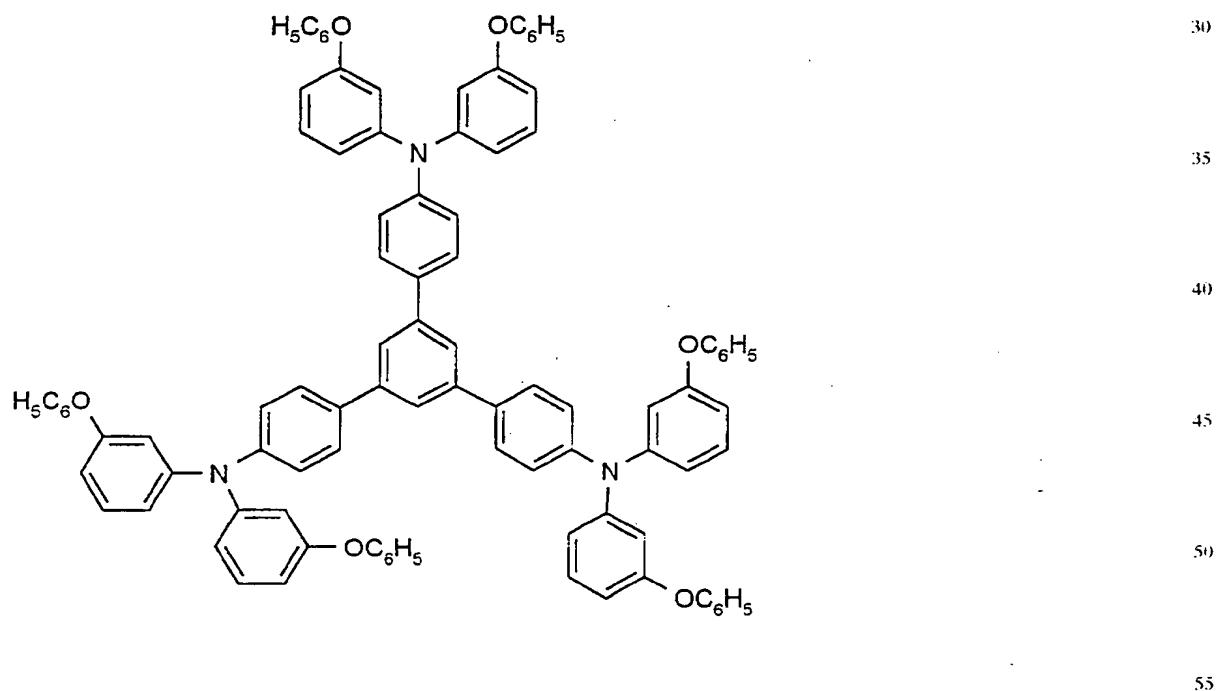
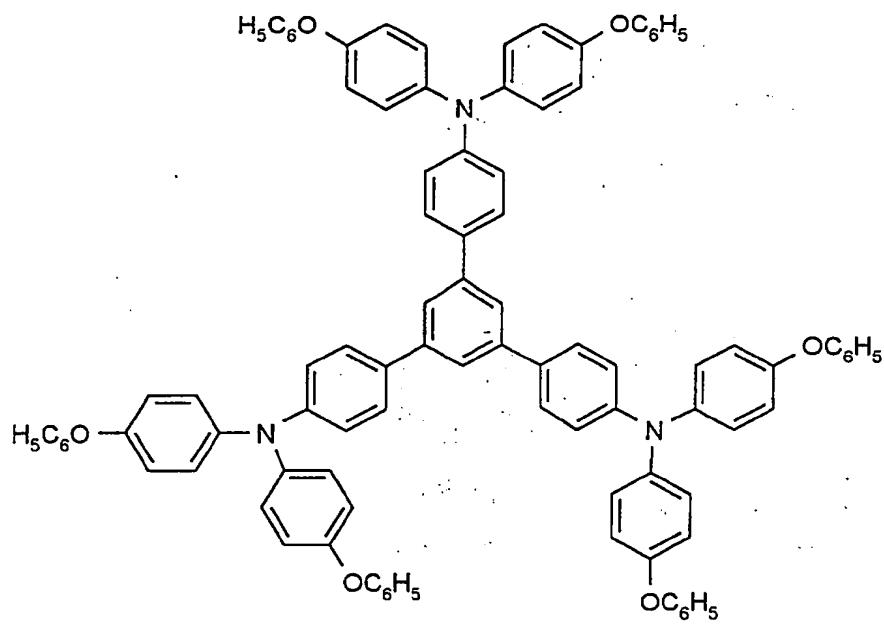
50

55

41

65

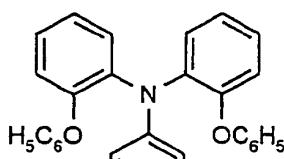
DE 198 12 258 A 1



60

65

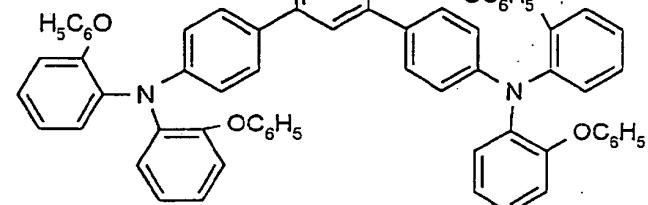
5



10

15

20



25

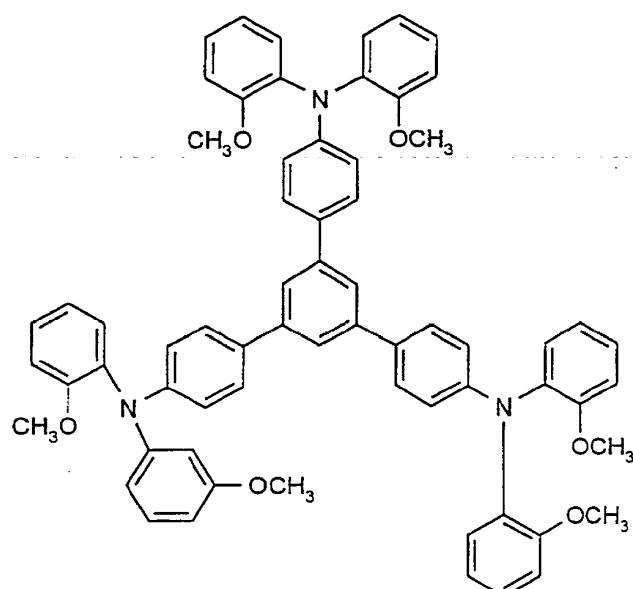
30

35

40

45

50



55

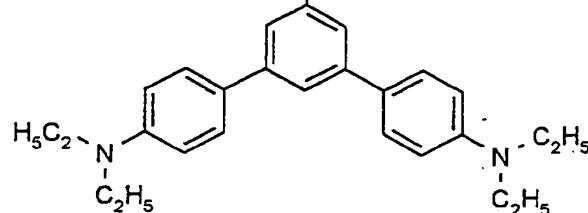
60

65

## DE 198 12 258 A 1

 $\text{H}_5\text{C}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_2\text{H}_5$ 

5



10

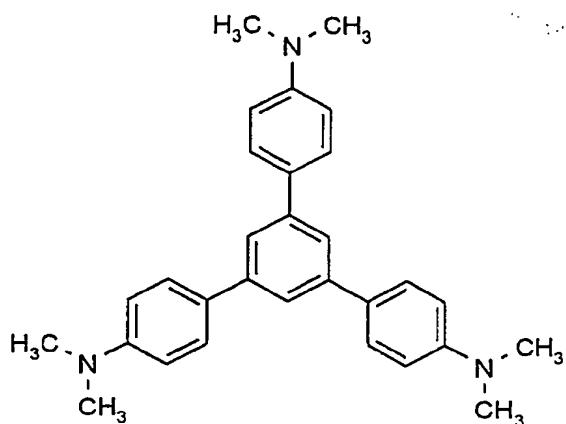
 $\text{C}_2\text{H}_5$ 

15

20

 $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{N}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ 

25



30

 $\text{CH}_3$ 

35

40

45

50

55

60

65

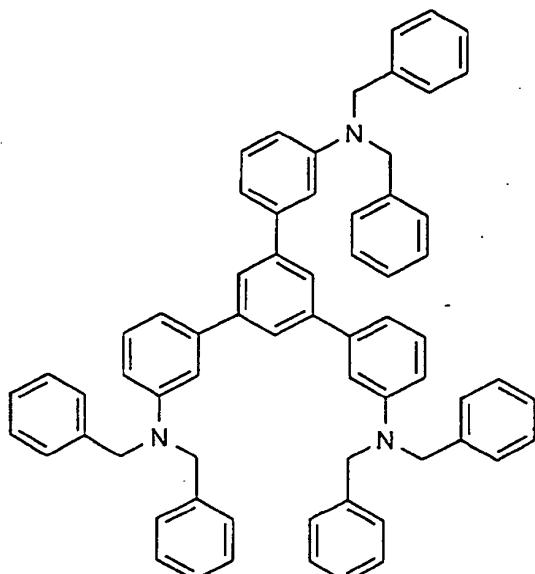
5

10

15

20

25

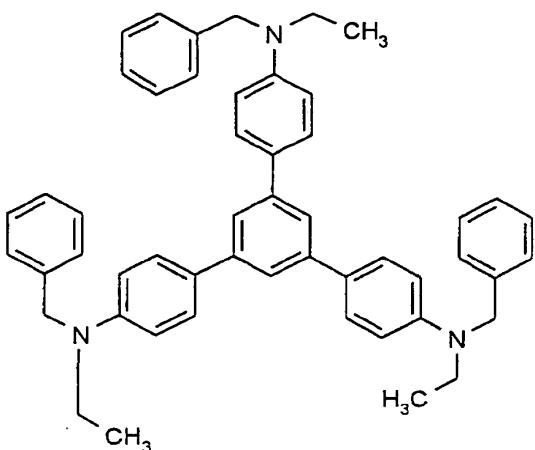


30

35

40

45



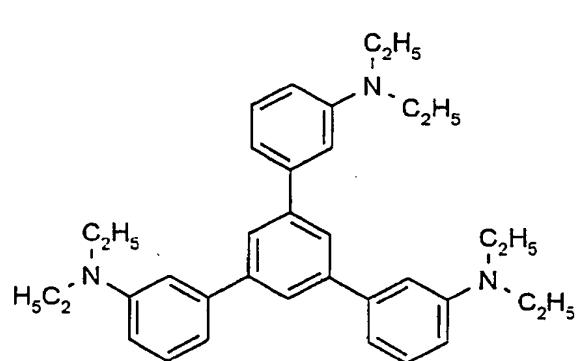
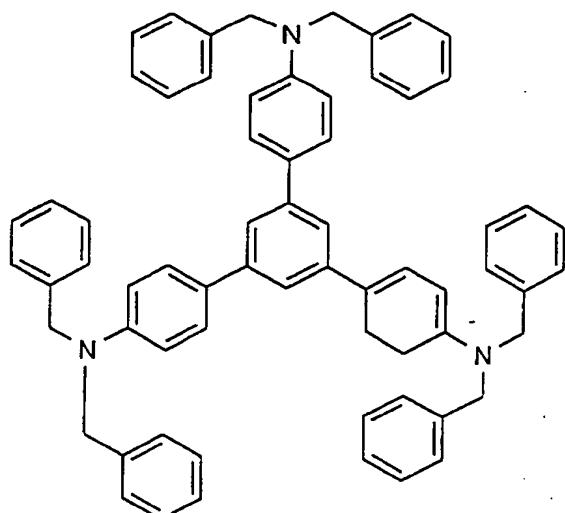
50

55

60

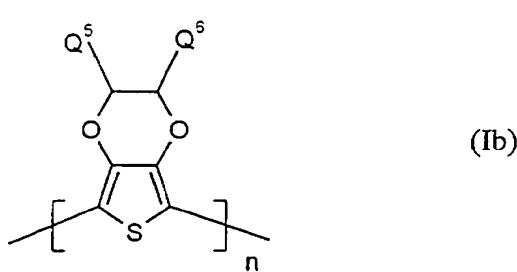
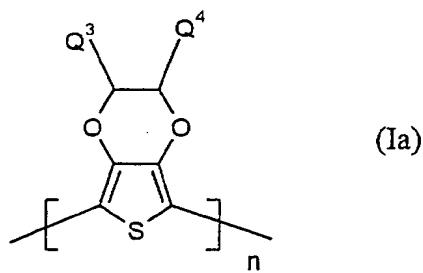
65

60



6. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 5, enthaltend weitere Lochleiter, welche von der Komponente A verschieden sind. 40

7. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 6, enthaltend neutrales oder kationisches Polythiophen der Formel (Ia) und/oder (Ib) oder ein Gemisch

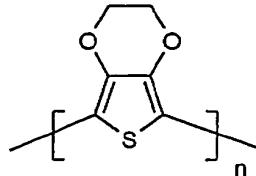


worin

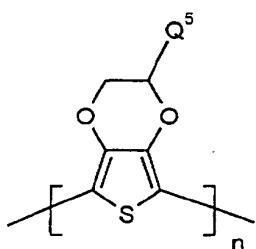
$Q^3$  und  $Q^4$  unabhängig voneinander für Wasserstoff, gegebenenfalls substituiertes  $C_1$ - bis  $C_{18}$ -Alkyl,  $C_2$ - bis  $C_{12}$ -Alkenyl,  $C_3$ - bis  $C_7$ -Cycloalkyl,  $C_7$ - bis  $C_{15}$ -Aralkyl,  $C_6$ - bis  $C_{10}$ -Aryl,  $C_1$ - bis  $C_{18}$ -Alkoxy, oder  $C_2$ - bis  $C_{18}$ -Alkoxyester steht und

$Q^5$  und  $Q^6$  unabhängig voneinander für Wasserstoff, mit jeweils mindestens einer Sulfonatgruppe substituiertes  $C_1$ - bis  $C_{18}$ -Alkyl,  $C_2$ - bis  $C_{12}$ -Alkenyl,  $C_3$ - bis  $C_7$ -Cycloalkyl,  $C_7$ - bis  $C_{15}$ -Aralkyl,  $C_6$ - bis  $C_{10}$ -Aryl,  $C_1$ - bis  $C_{18}$ -Alkoxy, oder  $C_2$ - bis  $C_{18}$ -Alkoxyester steht, wobei falls  $Q^5$  für Wasserstoff steht,  $Q^6$  verschieden von Wasserstoff ist und umgekehrt,  $n$  für eine ganze Zahl von 2 bis 10000 steht.

8. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 7, enthaltend kationische bzw. neutrale Polythiophene der Formeln (Ia-1) und (Ib-1)



(Ia-1)



(Ib-1)

worin

$Q^5$  und  $n$  in Anspruch 7 angegebene Bedeutung haben.

9. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 8, enthaltend als Polyanionen, die Anionen von polymeren Carbonsäuren und/oder polymeren Sulfonsäuren, welche auch Copolymeren von Vinylcarbon- und Vinylsulfonsäuren mit anderen polymerisierbaren Monomeren sein können.

10. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 10, enthaltend Polystyrolsulfonsäure als Gege-  
nion und/oder ein Erdalkalisalz davon.

11. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 1 bis 9, enthaltend ein lumineszierendes Material (Komponente C).

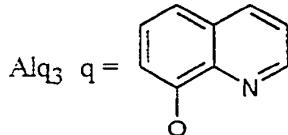
12. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 10, enthaltend Substanzen die Photolumineszenz zei-  
gen. Metallkomplexe, Chelate oder anorganische Nanoteilchen.

13. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 12, enthaltend mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe von Stilbene, Distilbene, Methinfarbstoffe, Cumarine, Naphthalimide, Perylene, Rubren, Chino-  
nacridone, Phenanthrene, Anthracene, Phthalocyanine, Metallkomplexe von ein-, zwei- oder dreiwertigen Metal-  
len, welche Chelate bilden, oder anorganische Nanoteilchen.

14. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 13, wobei das Metall ausgewählt ist aus der Gruppe von Lithium, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Bor, Aluminium, Gallium, Indium, Seltende Erden und die anorganischen Nanoteilchen ausgewählt aus der Gruppe von CdS, CdSe, ZnS oder ZnO.

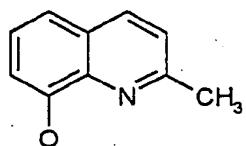
15. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 14, enthaltend einen oder eine Mischung von Oxin-  
Komplexen (8-Hydroxychinolin-Komplexe) von  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $In^{3+}$ ,  $Ga^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Be^{2+}$ ,  $Li^{+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$  oder Alumini-  
umtris-(5-methyloxin)<sub>n</sub>, Galliumtris(5-chloro-chinolin) oder Selenenerd-Metallen.

16. Elektrolumineszierende Anordnungen gemäß Anspruch 15, enthaltend Metallkomplexe ausgewählt aus



$Inq_3$ ,  $Gaq_3$ ,  $Znq_2$ ,  $Beq_2$ ,  $Mgq_2$ ,  
oder  $Al(qa)_3$ ,  $Ga(qa)_3$ ,  $In(qa)_3$ ,  $Zn(qa)_2$ ,  $Be(qa)_2$ ,  $Mg(qa)_2$  wobei  
(qa) für

65



steht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**